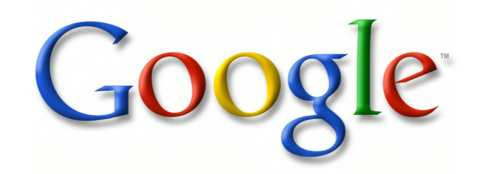


This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

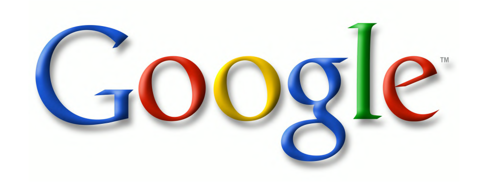
Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at http://books.google.com/



A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.
+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.
+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.
+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`

LSoc 1637.21

HARVARD COLLEGE
LIBRARY



GIFT OF

THE ACADEMY



ACADÉMIE

DES SCIENCES ET LETTRES DE MONTPELLIER.

Section des Sciences.

L Soc 1637.21

HARVARD COLLEGE
LIBRARY



GIFT OF

THE ACADEMY

ACADÉMIE

DES SCIENCES ET LETTRES DE MONTPELLIER.

Section des Sciences.

ACADÉMIE

des Sciences et Lettres de Montpellier. —

MÉMOIRES

DE LA SECTION DES SCIENCES.

TOME SIXIÈME.

MONTPELLIER
BOEHM ET FILS, IMPRIMEURS DE L'ACADÉMIE, PLACE DE L'OBSERVATOIRE.

1864-1866

LSoc 1637.21

(Tom. VI. 1er fasc.)

1867, Jan. 31.
Gift of
Académie des Sciences et Lettres
de Montpellier.

(VI. 2.)

1875, Jan. 20.
Gift do.

1.469
40-35
1-7

TABLE DES MATIÈRES

DU SIXIÈME VOLUME[1].

I.

Année 1864.

BERGER. — Études sur la Théorie des quantités imaginaires........ 1

Édouard ROCHE. — Résumé des observations météorologiques faites à la Faculté des Sciences de Montpellier pendant l'année 1863.... 37

É. DIACON. — Recherches sur la Solubilité des mélanges salins (avec Planche).. 45

G. CHANCEL. — Sur la séparation de l'Alumine d'avec le sesquioxyde de Chrôme.. 64

Paul GERVAIS et J. BRINCKMANN. — La caverne de Bize (avec Planches)........ 65

H. LORET. — Herborisations au Bousquet d'Orb et au Caylar........ 97

A. MOITESSIER. — Sur la dilatation du Soufre (avec Planche)............ 107

Paul GERVAIS. — Cétacés des côtes françaises de la Méditerranée........ 124

É. DIACON. — Recherches sur l'influence des Éléments électro-négatifs sur le spectre des métaux (avec Planche).......... 129

Paul GERVAIS. — Sépulture de l'âge de la pierre observée entre Castries et Baillargues.. 140

G. CHANCEL. — Séparation de la Magnésie d'avec les Alcalis........... 143

[1] Le sixième volume des *Mémoires de la Section des Sciences* a paru en trois parties, de 1864 à 1866; il contient 13 planches et 524 pages, y compris les Procès-verbaux et les Observations météorologiques.

II.

Année 1865.

Charles Martins. — La Végétation du Spitzberg comparée à celle des Alpes et des Pyrénées.......... 145

Paul Gervais. — Description du ***Mesosaurus tenuidens***, reptile fossile de l'Afrique australe (avec Planche).......... 169

Paul Gervais. — Application de la lumière électrique (tube de Geisler) à l'éclairage sous l'eau.......... 175

Paul Gervais. — De l'ancienneté de l'homme.......... 177

Édouard Roche. — Résumé des observations météorologiques faites à la Faculté des Sciences de Montpellier pendant l'année 1864.... 209

Édouard Roche. — Note sur un phénomène d'obscurcissement du Soleil dû à un brouillard sec.......... 217

G. Chancel. — Dosage du Nickel et du Cobalt.......... 222

Félix Jeanjean. — Recherches sur l'eau de cristallisation des Sels.......... 225

É. Diacon et Wolf. — Sur un moyen de montrer, en employant les appareils à projection, le mode de propagation des Ondes sonores.. 235

G. Chancel. — Études sur la composition des Vins et sur les procédés de vinification.......... 237

Félix Jeanjean. — Recherches sur les dérivés de quelques Sulfocyanures de radicaux alcooliques.......... 261

III.

Année 1866.

L. Duclos. — Transformation des équations linéaires par le changement de variable indépendante.......... 281

G. Chancel. — Sur une réaction de l'Alumine.......... 294

A. Crova. — Description d'un appareil pour la projection mécanique des mouvements vibratoires (avec Planche).......... 295

Édouard Roche. — Résumé des observations météorologiques faites à la Faculté des Sciences de Montpellier pendant l'année 1865..... 309

GARLIN.	— Sur les Systèmes isothermes	315
A. MOITESSIER.	— De l'emploi de la lumière polarisée dans l'examen microscopique des Farines (avec Planche)	339
Charles MARTINS.	— Sur les Racines aérifères ou vessies natatoires des espèces aquatiques du genre *Jussiœa* L. (avec Planches)	353
Charles MARTINS.	— Sur la synonymie et la distribution géographique du *Jussiœa repens* de Linné (avec Planches)	371
A. LALLEMAND.	— Recherches sur la distance de la Vision distincte à travers les instruments d'optique	382
Édouard ROCHE.	— Recherches sur les offuscations du Soleil et les météores Cosmiques	385
H. LORET.	— De l'Herbier connu sous le nom d'Herbier Magnol	425

Extraits des procès-verbaux des séances (1864)	1
— — — (1865)	27

Observations météorologiques faites à la Faculté des Sciences de Montpellier : Tableaux de ces Observations pour les années 1863, 1864 et 1865.

MEMBRES

DE LA SECTION DES SCIENCES

DE

L'ACADÉMIE DES SCIENCES ET LETTRES DE MONTPELLIER.

MM. **BÉRARD**, Doyen de la Faculté de Médecine.
PAUL **GERVAIS**, Professeur à la Faculté des Sciences de Paris (nommé Membre honoraire).
LENTHÉRIC, Professeur à l'École régimentaire du Génie.
HENRI **MARÈS**, Membre du Conseil Général.
JULES **PAZEGY**, Député au Corps Législatif.
WESTPHAL-CASTELNAU, Banquier.
ÉDOUARD **ROCHE**, Professeur à la Faculté des Sciences.
GUSTAVE **CHANCEL**, Professeur à la Faculté des Sciences.
COURTY, Professeur à la Faculté de Médecine.
CAUVY, Professeur à l'École de Pharmacie.
PAUL DE **ROUVILLE**, Professeur à la Faculté des Sciences.
MARTINS, Professeur à la Faculté de Médecine.
LE RICQUE DE **MONCHY**.
É. **PLANCHON**, Professeur à la Faculté des Sciences et Directeur de l'École de Pharmacie.
BERGER, Professeur au Lycée Charlemagne à Paris (nommé Membre correspondant).
A. **MOITESSIER** Agrégé à la Faculté de Médecine.
É. **DIACON**, Docteur ès-Sciences.
A. **BÉCHAMP**, Professeur à la Faculté de Médecine.
A. **LALLEMAND**, Professeur à la Faculté des Sciences.
A. **CROVA**, Professeur au Lycée.
H. **HOLLARD**, Professeur à la Faculté des Sciences (décédé le 24 décembre 1866).
GARLIN, Professeur au Lycée.

ACADÉMIE
DES SCIENCES ET LETTRES
DE MONTPELLIER.

MÉMOIRES DE LA SECTION DES SCIENCES.

ÉTUDE

SUR LA

THÉORIE DES QUANTITÉS IMAGINAIRES

ET LES PRINCIPALES MÉTHODES INDIQUÉES PAR CAUCHY

Pour le calcul des perturbations des mouvements planétaires;

Par M. BERGER.

Cauchy a indiqué pour le calcul des perturbations des mouvements planétaires plusieurs méthodes fort remarquables, qui reposent sur la théorie des quantités imaginaires[1]; nous nous proposons de résumer cette théorie et les méthodes de Cauchy. Une partie de ce travail a déjà été développée dans deux thèses que nous avons soutenues à Toulouse, le 17 août 1863. Notre résumé contient quelques simplifications et quelques démonstrations

---

[1] Voir les *Comptes-rendus des séances de l'Académie des sciences*, année 1845, tom. XX.

nouvelles, en outre l'exposition de la dernière méthode de Cauchy, qui n'a encore paru nulle part.

§ I.

On représente une variable imaginaire z par le symbole

$$z = x + y\sqrt{-1} = r(\cos p + \sqrt{-1}\sin p)$$

x et y sont des quantités réelles quelconques indépendantes ; lorsqu'elles varient d'une manière continue, on dit que z varie d'une manière continue ; r est le module, p l'argument de la variable imaginaire. En considérant x et y comme les coordonnées rectangulaires, ou r et p comme les coordonnées polaires d'un point dans un plan, la position du point donne la valeur de z, et la courbe qu'il décrit figure sa variation. On peut alors convenir de représenter une variable imaginaire z par la grandeur et la direction d'une ligne, peu importe sa position dans le plan. La projection de la ligne sur les axes coordonnés donne les valeurs de x et y.

Représentons ainsi par les différents côtés d'un polygone plusieurs quantités imaginaires ; les figures qu'on obtiendra seront appelées figures imaginaires, et on pourra convenir de parcourir le polygone dans un sens pour déterminer la direction des côtés. D'après le théorème des projections, on voit aisément qu'en parcourant la ligne qui la représente dans un sens ou dans l'autre, la quantité imaginaire change de signe, et que, dans un polygone imaginaire, un côté est égal à la somme des autres.

Si le point z décrit une courbe, la somme de ses variations est représentée par la courbe imaginaire, et est indépendante du chemin parcouru pour aller de A à B.

Quand deux polygones imaginaires ont les côtés imaginaires proportionnels, les côtés réels sont proportionnels et les angles sont égaux, c'est-à-dire que les polygones réels sont semblables.

Une fonction u d'une variable imaginaire z est une fonction de la forme $X + Y\sqrt{-1}$. X et Y sont des fonctions réelles quelconques de x et y. Quand X Y varient d'une manière continue avec x et y, on dit que u est une fonction continue de z.

De même qu'on peut représenter la variable z par la position d'un point dans un plan, on peut représenter la fonction u par la position d'un point dans un plan, soit à l'aide de coordonnées rectangulaires X Y, soit à l'aide de coordonnées polaires, en posant

$$u = \mathrm{R}(\cos \mathrm{P} + \sqrt{-1} \sin \mathrm{P}).$$

u peut avoir plusieurs valeurs pour une valeur initiale de z ; considérons une de ces valeurs et faisons varier z ; si z décrit une courbe, u décrit une courbe correspondante. Quand z va d'un point A à un point B par divers chemins, dans une portion de plan, u acquiert diverses valeurs et décrit diverses courbes partant d'un même point A′.

Si la fonction u acquiert la même valeur, c'est-à-dire si le point u arrive au même point B′ quand z arrive au même point B par divers chemins, u est *monodrome* dans la portion de plan parcourue par z. Si z décrit une courbe fermée, la fonction monodrome u décrit une courbe fermée.

Si u est continu, à un accroissement infiniment petit de la variable correspond un accroissement infiniment petit de la fonction. La limite du rapport de l'accroissement de la fonction à l'accroissement de la variable s'appelle dérivée. On la représente par $\frac{du}{dz}$. Cette dérivée dépend généralement de $\frac{dy}{dx}$, c'est-à-dire de la direction du déplacement infiniment petit du point z, et pour une même valeur de z la fonction peut avoir une infinité de dérivées.

Lorsque la valeur de la dérivée est indépendante de la direction du déplacement du point z, c'est-à-dire lorsque la fonction admet une dérivée unique en chaque point, la fonction est *monogène*.

Une fonction peut être *monodrome* sans être *monogène*, et *monogène* sans être *monodrome*, *monodrome* sans être continue, et continue sans être *monodrome*. Quand une fonction monodrome est discontinue, c'est qu'elle passe par l'infini. Ainsi, une fonction monodrome continue est finie, et monodrome finie est continue.

Une fonction est monogène quand la dérivée est indépendante de $\frac{dy}{dx}$. Cela

ne veut pas dire que cette dérivée soit monodrome; mais si la fonction est monodrome et monogène, la dérivée est monodrome.

Une fonction finie, continue, monodrome, monogène, quand z varie dans toute l'étendue du plan, est *synectique*.

Une fonction finie, continue, monodrome, monogène, quand z varie dans une portion de plan, est *synectique* dans cette portion de plan.

Plusieurs fonctions se définissent à l'aide des séries.

Par définition, la série imaginaire $u_0 + v_0\sqrt{-1} + u_1 + v_1\sqrt{-1}\ldots$ est convergente si les deux séries réelles $u_0 + u_1 \ldots\ldots v_0 + v_1 \ldots\ldots$ sont convergentes.

Quand une série imaginaire est convergente, parce que la série des modules est convergente, on peut intervertir l'ordre des termes, la série reste convergente et a la même somme.

Lorsqu'une série est ordonnée suivant les puissances entières et croissantes d'une variable imaginaire, si pour une valeur de la variable dont le module est R, les modules des termes restent finis, la série est convergente pour toutes les valeurs de la variable dont le module est plus petit que R; ainsi, la série est convergente dans l'intérieur d'un cercle de rayon R, c'est-à-dire quand on donne à z une valeur marquée par un point de l'intérieur du cercle, et même la série des modules est convergente.

On peut appeler ce cercle, cercle de convergence.

Si l'on a une série double :

$$\ldots\ldots u_{-1}z^{-1} + u_0 + u_1 z \ldots\ldots$$

r étant le plus petit module de z pour lequel les modules des termes de la première série restent finis, R le plus grand module de z pour lequel les modules des termes de la seconde série restent finis, $R > r$, la série est convergente dans l'intérieur de la couronne comprise entre les cerles de rayons r R.

Une série ordonnée suivant les puissances entières et croissantes de la variable, est une fonction continue et monodrome dans l'intérieur du cercle de convergence.

Lorsqu'une série est ordonnée suivant les puissances entières et croissantes de la variable, la série des intégrales définies est convergente dans

l'intérieur du cercle de convergence et représente l'intégrale de la série. Plus généralement, lorsque les différents termes d'une série convergente sont des fonctions synectiques, la série des intégrales définies est convergente et représente l'intégrale de la série.

Une série ordonnée suivant les puissances entières et croissantes de la variable, a toutes ses dérivées convergentes dans l'intérieur du cercle de convergence; hors du cercle, la série des dérivées est divergente.

Lorsqu'une série est ordonnée suivant les puissances croissantes et entières de la variable, la série des dérivées représente la dérivée de la série dans l'intérieur du cercle de convergence.

Une série ordonnée suivant les puissances entières et croissantes de la variable, est une fonction monogène dans l'intérieur du cercle de convergence.

Ainsi, les séries ordonnées suivant les puissances entières et croissantes de la variable, sont des fonctions finies, continues, monodromes, monogènes, c'est-à-dire synectiques dans l'intérieur du cercle de convergence.

De même une série double ordonnée suivant les puissances entières positives et négatives de la variable, est une fonction synectique dans l'intérieur de la couronne de convergence.

$f(z)$ étant synectique dans une portion de plan, et $f'(z)$ passant par l'infini un nombre fini de fois, l'intégrale $\int_{z_0}^{z} f(z)dz$ garde la même valeur quand le point z va du point fixe z_0 au point fixe z par deux chemins infiniment voisins dans cette portion de plan. Il en résulte que cette intégrale garde la même valeur quand le point z va du point fixe z_0 au point fixe z par diverses courbes à des distances finies les unes des autres, dans une portion de plan pour laquelle $f(z)$ est synectique, pourvu que ces courbes soient parcourues de telle sorte qu'on puisse les ramener à la première par des transformations successives.

L'intégrale est donc une fonction *monodrome*; c'est évidemment une fonction monogène : elle est donc synectique. Désignons-la par $F(z)$; $\int_{z_0}^{z} F(z)\,dz$ sera synectique, et ainsi de suite à l'infini.

Supposons que le point z parcoure une courbe fermée dans une portion

de plan pour laquelle $f(z)$ est synectique; l'intégrale $\int f(z)\, dz$ prise le long du contour sera nulle.

De même, l'intégrale $\int f(z)\, dz$ prise sur le contour d'une courbe vaut l'intégrale prise sur le contour d'une courbe intérieure, si dans la portion de plan comprise entre les deux courbes, $f(z)$ reste synectique.

A l'aide des principes qui précèdent, il est aisé de développer la fonction en séries.

Supposons que $f(z)$ soit une fonction synectique dans l'intérieur d'un cercle décrit de l'origine comme centre avec un rayon R, cette fonction sera développable en série convergente dans le cercle de rayon R, et ordonnée suivant les puissances de z pour le point considéré. Ainsi, soit un point t dans l'intérieur du cercle de convergence, on aura :

$$f(t) = u_0 + u_1 t + u_2 t^2 \ldots .$$

On n'a qu'à considérer la fonction $\frac{f(z) - f(t)}{z - t}$. En prenant l'intégrale sur un cercle de rayon ρ moindre que R, et enveloppant t décrit de l'origine comme centre, on aura :

$$\int \frac{f(z) - f(t)}{z - t}\, dz = 0$$

ou

$$f(t) \int \frac{dz}{z - t} = \int \frac{f(z)}{z - t}\, dz.$$

En remplaçant $\int \frac{dz}{z - t}$ par sa valeur $2\pi\sqrt{-1}$, on a :

$$f(t) = \frac{1}{2\pi\sqrt{-1}} \int \frac{f(z)}{z - t}\, dz.$$

Remplaçant maintenant $\frac{1}{z - t}$ par sa valeur

$$\frac{1}{z - t} = \frac{1}{z} + \frac{t}{z^2} + \frac{t^2}{z^3} \ldots .$$

on en conclut le développement en série.

Ainsi, pour qu'une fonction soit développable en série ordonnée suivant

les puissances entières, positives et croissantes de la variable, et convergente dans le cercle décrit de l'origine comme centre, il est nécessaire et il suffit que la fonction soit synectique dans ce même cercle.

En considérant encore la fonction $\frac{f(z)-f(t)}{z-t}$, on démontre de la même manière que si la fonction $f(z)$ est synectique dans la portion de plan comprise entre deux cercles ayant pour centre l'origine des coordonnées, elle est développable en une série double ordonnée suivant les puissances entières, positives et négatives de la variable, et convergente dans cette portion de plan.

Une fonction de plusieurs variables imaginaires, synectique quand chaque variable se meut dans une portion de plan, peut aussi être développée en série.

Le développement des fonctions en série permet de démontrer plusieurs propriétés importantes des fonctions. Nous citerons seulement les propriétés suivantes :

1° Lorsqu'une fonction est synectique dans une portion de plan, toutes ses dérivées sont aussi des fonctions synectiques dans la même étendue.

2° Lorsqu'une fonction $f(z)$, synectique dans une certaine portion de plan, s'annule pour une valeur $z = a$ comprise dans cette portion de plan, elle est divisible par $(z - a)^n$, n désignant un nombre entier fini. On dit alors que l'équation $f(z) = 0$ a n racines égales à a.

3° Quand une fonction $f(z)$ monodrome et monogène devient infinie pour $z = a$, quel que soit le chemin suivi pour arriver à ce point, on peut la mettre sous la forme $f(z) = \frac{\chi(z)}{(z-a)^n}$, n désignant un nombre entier fini.

Une fonction u, implicite d'une variable imaginaire z, peut aussi être développée en série.

Soit u donné par l'équation $f(u, z) = 0$, $f(u, z)$ étant une fonction continue des deux variables u et z ; les racines de l'équation résolue par rapport à u seront des fonctions continues de z. Plusieurs de ces racines peuvent être égales, c'est-à-dire que plusieurs de ces fonctions continues de z peuvent se réduire à la même valeur pour un z particulier. Soit $z = a$ un z particulier pour lequel il n'y a pas de racines égales ; faisons varier z de $z = a$ à $z = b$, en suivant deux chemins à une distance finie l'un de l'autre,

ne comprenant aucun point pour lequel l'équation $f(u, z) = 0$ a des racines égales, c'est-à-dire que pour les diverses valeurs de z correspondantes aux différents points situés entre les chemins, l'équation n'a pas de racines égales. Une des racines u de l'équation ayant par exemple la valeur u_1 pour $z = a$, arrivera en b avec la même valeur u_2, quel que soit le chemin suivi. Ainsi, non-seulement u est une fonction continue de z, mais c'est une fonction monodrome.

Supposons maintenant que z entre explicitement dans la fonction $f(u, z)$, u sera monogène; ainsi, dans ce cas, u sera synectique et pourra être développé en série.

Appelons $\varphi(z)$ une valeur particulière de u, z ayant une valeur pour laquelle l'équation $f(u, z) = 0$ n'a pas de racines égales. Décrivons autour du point z un cercle avec un rayon plus petit que la plus petite distance du point z au point pour lequel l'équation $f(u, z) = 0$ a des racines égales, le module de h étant au plus égal au rayon du cercle, la racine $\varphi(z)$ deviendra pour un point intérieur au cercle ou sur la circonférence :

$$\varphi(z + h) = \varphi(z) + \varphi'(z) h \ldots$$

Une des racines u de l'équation $f(u, z) = 0$ sera donc développée en série, et ce sera la racine particulière qui, pour $h = 0$, se réduira à $\varphi(z)$ et variera d'une manière continue avec z, sans que le point z sorte du cercle considéré, pour aller de z à $z + h$.

On voit donc comment on peut développer en série une racine de $f(u, z) = 0$, mais il faut reconnaître pour quelle valeur de z l'équation $f(u, z) = 0$ a des racines égales.

Considérons un z particulier. $f(u, z)$ peut être généralement développé suivant les puissances de $u - u_0$, u_0 étant la valeur particulière de u qui donne $f(u, z) = 0$ pour le z considéré. D'après la forme même du développement, $f(u, z) = 0$ aura des racines égales, si on a à la fois $f(u, z) = 0$ $\frac{df}{du} = 0$.

En résumé, u sera développable en séries d'après la formule précédente pour les valeurs de z pour lesquelles on n'aura pas à la fois :

$$f(u, z) = 0 \qquad \frac{df}{du} = 0.$$

Supposons maintenant une fonction continue de u. Cette fonction sera généralement une fonction synectique de z dans les mêmes circonstances que u; elle sera donc développable comme u en série convergente.

Reprenons la formule :

$$f(t) = \frac{1}{2\pi\sqrt{-1}} \int \frac{f(z)}{z-t} dz,$$

$t = \rho e^{p\sqrt{-1}}$ est un point pris dans l'intérieur du cercle de convergence de rayon R.

D'après cette formule, $f(t)$ est développable suivant les puissances ascendantes de t ou de ρ. On peut se proposer de chercher les conditions pour que $f(t)$ soit en même temps développable suivant les puissances ascendantes de p. Il faut que $\frac{1}{z-t}$ soit développable suivant les puissances de p, c'est-à-dire que cette fonction doit rester synectique dans l'intérieur du cercle de convergence quand le point t se meut dans ce cercle, en considérant t comme fonction de deux variables imaginaires, dont les modules sont ρ et p. Il faut donc que le module de t soit plus petit que le module de z ou que R, en donnant à z son module maximum. On trouve ainsi :

$$\rho e^{\pi} < R.$$

Telle est la condition pour que $f(t)$ soit développable suivant les puissances de p.

Si $f(t)$ était développable en série double suivant les puissances ascendantes et descendantes de t ou de ρ, on trouverait des conditions analogues pour que le développement pût s'effectuer en même temps suivant les puissances ascendantes de p.

---

§ II

DU DÉVELOPPEMENT DE LA FONCTION PERTURBATRICE.

Le calcul des perturbations des mouvements planétaires dépend d'une certaine fonction R qu'on appelle fonction perturbatrice, et dont l'expression est quand on considère l'action de m' sur m, c'est-à-dire le mouvement troublé de m :

$$R = \frac{1}{\mathrm{r}} - \frac{r\cos\delta}{r'^2}$$

r distance mutuelle des deux planètes $m\, m'$,
rr' leurs distances au Soleil,
δ leur distance apparente vue du Soleil.

Si, au contraire, on considère l'action de m sur m', c'est-à-dire le mouvement troublé de m',

$$R = \frac{1}{\mathrm{r}} - \frac{r'\cos\delta}{r^2}$$

Ces deux fonctions ont une partie commune $\frac{1}{\mathrm{r}}$.

Soient ψ, ψ' les anomalies excentriques des deux planètes m, m'; T, T' les anomalies moyennes. Posons :

$$x = e^{\psi\sqrt{-1}}, \quad y = e^{\psi'\sqrt{-1}}$$

R est une fonction synectique quand les modules des variables x et y varient dans le voisinage de l'unité. Cette fonction pourrra donc être développée pour chaque valeur de ψ' suivant les puissances entières positives et négatives de x, ou pour chaque valeur de ψ suivant les puissances entières positives et négatives de y; R pourra aussi être développé suivant les puissances de $e^{\mathrm{T}\sqrt{-1}}$ ou $e^{\mathrm{T}'\sqrt{-1}}$, et enfin en série double ordonnée suivant les puissances de $e^{\mathrm{T}\sqrt{-1}}$, $e^{\mathrm{T}'\sqrt{-1}}$.

Appelons A_n le coefficient de x^n dans le développement de R

$A_{n'}$ le coefficient de $y^{n'}$

A_n le coefficient de $e^{nT\sqrt{-1}}$

$A_{n'}$ le coefficient de $e^{n'T'\sqrt{-1}}$

$A_{n',-n}$ le coefficient de $e^{(n'T'-nT)\sqrt{-1}}$

Le calcul des perturbations dépendra de la connaissance des coefficients $A_{n',-n}$.

Nous allons voir qu'on pourra connaître A_n ou $A_{n'}$ au moyen des coefficients A_n ou $A_{n'}$, et que les coefficients $A_{n',-n}$ pourront ensuite être connus au moyen des coefficients A_n ou $A_{n'}$.

Cherchons, par exemple, $A_{n'}$; on a :

$$(1) \qquad R = \ldots\ldots A_{n'} e^{n'T'\sqrt{-1}} \ldots\ldots$$

d'où :

$$(2) \qquad A_{n'} = \frac{1}{2\pi}\int_{-\pi}^{\pi} R e^{-n'T'\sqrt{-1}} dT'$$

Mais

$$T' = \psi' - \varepsilon' \sin\psi'$$

ε' désigne l'excentricité de la planète m', d'où :

$$(3) \qquad A_{n'} = \frac{1}{2\pi}\int_{-\pi}^{\pi} R y^{-n'} e^{\frac{n'\varepsilon'}{2}\left(y - \frac{1}{y}\right)} \left\{ 1 - \frac{\varepsilon'}{2}\left(y + \frac{1}{y}\right) \right\} d\psi'$$

On en conclut que $A_{n'}$ est le coefficient de $y^{n'}$ dans le développement de

$$(4) \qquad R\left\{ 1 - \frac{\varepsilon'}{2}\left(y + \frac{1}{y}\right) \right\} e^{\frac{n'\varepsilon'}{2}\left(y - \frac{1}{y}\right)}$$

suivant les puissances de y.

Mais en désignant par $E_{l'}$ la transcendante de Bessel, on a :

$$e^{\frac{n'\varepsilon'}{2}\left(y-\frac{1}{y}\right)} = \Sigma E_{l'} y^{l'}$$

avec la relation :

$$E_{l'-1} + E_{l'+1} = \frac{2l'}{n'\varepsilon'} E_{l'}$$

alors l'expression (4) devient :

$$(5) \qquad R\Sigma\left(1-\frac{l}{n'}\right) E_{l'} y^{l'}$$

Remplaçons R par sa valeur :

$$(6) \qquad R = \ldots\ldots A_{n'-l'} y^{n'-l'} \ldots\ldots$$

le coefficient de $y^{n'}$ devient

$$(7) \qquad A_{n'} = \Sigma\left(1-\frac{l'}{n'}\right) E_{l'} A_{n'-l'}$$

On trouverait de même A_n.

Il est facile maintenant d'avoir $A_{n',-n}$ au moyen de $A_{n'}$. En développant $A_{n'}$ suivant les puissances de $e^{T\sqrt{-1}}$, on a d'après la formule (1)

$$(8) \qquad A_{n'} = \ldots\ldots A_{n',-n} e^{-nT\sqrt{-1}} \ldots\ldots$$

d'où :

$$(9) \qquad A_{n',-n} = \frac{1}{2\pi}\int_{-\pi}^{\pi} A_{n'} e^{nT\sqrt{-1}} dT = \frac{1}{2\pi}\int_{-\pi}^{\pi} A_{n'} e^{nT\sqrt{-1}} (1-\varepsilon\cos\psi)\, d\psi$$

Remplaçons $d\psi$ par $\frac{2\pi}{k}$, l'approximation sera d'autant plus grande que k sera plus considérable ; il viendra approximativement :

$$(10) \qquad A_{n',-n} = \frac{1}{k}\Sigma A_{n'} e^{nT\sqrt{-1}} (1-\varepsilon\cos\psi)$$

Le signe Σ se rapporte aux divisions de la circonférence partagée en k parties égales.

Si l'on veut $A_{n',-n}$ au moyen de A_{-n}, on trouve de même:

$$(11) \qquad A_{n',-n} = \frac{1}{k'} \Sigma A_{-n} e^{-n'T'\sqrt{-1}} (1 - \varepsilon' \cos \psi')$$

Il suffit donc de trouver les coefficients $\mathbf{A}_n$ ou $\mathbf{A}_{n'}$ pour avoir $A_{n',-n}$.

Pour développer R suivant les puissances de x ou de y, on peut développer séparément $\frac{1}{\mathrm{r}}$ et $\frac{-r\cos\delta}{r'^2}$ et appeler $\mathbf{A}_n$, $\mathbf{A}_{n'}$ les coefficients des x^n, $y^{n'}$ dans chaque développement partiel; il n'y aura plus qu'à faire la somme des coefficients pour avoir les coefficients de R que nous avons aussi désignés par $\mathbf{A}_n$, $\mathbf{A}_{n'}$. Occupons-nous d'abord de la partie principale $\frac{1}{\mathrm{r}}$.

On peut exprimer r^2 en fonction de constantes et des anomalies excentriques des planètes. En mettant en évidence l'exponentielle y, r^2 s'exprime au moyen d'un polynome du quatrième degré en y, dont les coefficients sont fonction de ψ. Les quatre racines de ce polynome égalé à zéro sont de la forme:

$$y_1 = \rho e^{\varphi\sqrt{-1}}, \quad y_2 = \frac{1}{\rho} e^{\varphi\sqrt{-1}}, \quad y_3 = \rho' e^{-\varphi\sqrt{-1}},$$
$$y_4 = \frac{1}{\rho'} e^{-\varphi\sqrt{-1}}$$

On peut, à l'aide de ces racines, décomposer $\frac{1}{\mathrm{r}}$ en facteurs et en posant

$$i' = \frac{1}{2} a'^2 \varepsilon'^2,$$

a' demi-grand axe de l'orbite elliptique

$$\mathrm{S}^2 = \frac{2\rho\rho'}{i'},$$

on trouve:

$$(12) \qquad \frac{1}{\mathrm{r}} = \mathrm{S}\left(1 - \rho y^{-1} e^{\varphi\sqrt{-1}}\right)^{-\frac{1}{2}} \left(1 - \rho y e^{-\varphi\sqrt{-1}}\right)^{-\frac{1}{2}}$$
$$\left(1 - \rho' y^{-1} e^{-\varphi\sqrt{-1}}\right)^{-\frac{1}{2}} \left(1 - \rho' y e^{\varphi\sqrt{-1}}\right)^{-\frac{1}{2}}$$

Il est facile maintenant de développer $\frac{1}{r}$ suivant les puissances de y.

En posant :

$$\left(1 - \rho y\right)^{-\frac{1}{2}} \left(1 - \frac{\rho}{y}\right)^{-\frac{1}{2}} = \Sigma C_{n'} y^{n'}$$

$$\left(1 - \rho' y\right)^{-\frac{1}{2}} \left(1 - \frac{\rho'}{y}\right)^{-\frac{1}{2}} = \Sigma D_{n'} y^{n'}$$

on trouve :

$$(13) \qquad A_{n'} = Se^{-n'\varphi\sqrt{-1}} \begin{pmatrix} D_0 C_{n'} + D_1 C_{n'-1} e^{2\varphi\sqrt{-1}} \ldots\ldots \\ + D_{-1} C_{n'+1} e^{-2\varphi\sqrt{-1}} \ldots \end{pmatrix}$$

$$(14) \qquad C_{n'} = \rho^{n'} \left(1 - \rho^2\right)^{-\frac{1}{2}} \left(\frac{1}{2}\right)_{n'} \left\{1 - \frac{1}{2} \frac{1}{2n'+2} \frac{\rho^2}{1-\rho^2} \cdots\right\}$$

$$(15) \qquad D_{n'} = \rho'^{n'} \left(1 - \rho'^2\right)^{-\frac{1}{2}} \left(\frac{1}{2}\right)_{n'} \left\{1 - \frac{1}{2} \frac{1}{2n'+2} \frac{\rho'^2}{1-\rho'^2} \cdots\cdots\right\}$$

$$\left(\frac{1}{2}\right)_{n'} = \frac{1.3.5 \ldots 2n'-1}{2.4.6 \ldots 2n'}$$

d'ailleurs $\qquad C_{n'} = C_{-n'}, \qquad D_{n'} = D_{-n'}$

et comme ρ' est très-petit

$$D_0 = 1, \quad D_1 = D_{-1} = 0, \quad D_{n'} = D_{-n'} = 0$$

d'où approximativement :

$$(16) \qquad C_{n'} = \frac{\rho^{n'}}{\sqrt{1-\rho^2}} \left(\frac{1}{2}\right)_{n'} \left\{1 - \frac{1}{2} \frac{1}{2n'+2} \frac{\rho^2}{1-\rho^2}\right\}$$

$$(17) \qquad A_{n'} = Se^{-n'\varphi\sqrt{-1}} \frac{\rho^{n'}}{\sqrt{1-\rho^2}} \left(\frac{1}{2}\right)_{n'} \left(1 - \frac{1}{2} \frac{1}{2n'+2} \frac{\rho^2}{1-\rho^2}\right)$$

Pour n' suffisamment grand, cette formule peut être réduite à :

$$(18) \qquad A_{n'} = Se^{-n'\varphi\sqrt{-1}} \left(\frac{1}{2}\right)_{n'} \frac{\rho^{n'}}{\sqrt{1-\rho^2}}$$

Enfin, de la formule :

$$\frac{\pi}{2} = \frac{2.2.4.4 \ldots \quad 2n' \;.\; 2n'}{1.1.3\,3 \ldots (2n'-1)(2n'-1)(2n'+1)}$$

on tire approximativement :

$$\left(\frac{1}{2}\right)_{n'} = \frac{1}{\sqrt{\pi n'}}$$

On en déduit :

$$(19) \qquad A_{n'} = \frac{Se^{-n'\varphi\sqrt{-1}}\rho^{n'}}{\sqrt{\pi n'(1-\rho^2)}}$$

De la formule (12) on déduit que $\frac{1}{r}$ ne change pas en changeant le signe de $\sqrt{-1}$, mais alors y devient $\frac{1}{y}$; il faut donc que par ce changement $A_{n'}$ devienne $A_{-n'}$, d'où :

$$(20) \qquad A_{-n'} = \frac{Se^{n'\varphi\sqrt{-1}}\rho^{n'}}{\sqrt{\pi n'(1-\rho^2)}}$$

On trouverait de même les coefficients A_n et A_{-n}.

On a donc pu développer la première partie $\frac{1}{r}$ de R.

Il est facile de développer la seconde partie $\frac{-r\cos\delta}{r'^2}$. On n'a qu'à poser

$$\frac{r\cos\delta}{r'^2} = \frac{rr'\cos\delta}{r'^3}$$

Le numérateur s'exprime aisément au moyen de y, on n'a plus qu'à développer l'expression $\frac{1}{r'^3}$. Les coefficients $A_{n'}$ relatifs à la seconde partie de R sont négligeables dès que n' est un peu considérable.

Une fois qu'on a calculé les coeffients $A_{n'}$, on trouve les coefficients $A_{n'}$, et par suite $A_{n',-n}$.

Dans le développement de $\frac{r\cos\delta}{r'^2}$, les coefficients des puissances de y se présentent sous forme finie ou sous la forme de séries très-convergentes,

d'après la manière de développer r'^{-3}, c'est-à-dire que les séries qui représentent les coefficients de y peuvent être sommées ; ces coefficients contiennent d'ailleurs ψ explicitement.

Quand on voudra déduire $A_{n'}$ de $\mathbf{A}_{n'}$ dans le développement de $\frac{r\cos\delta}{r'^2}$, on trouvera :

(21) $$A_{n'} = A + Bx + Cx^{-1}$$

A, B, C étant des constantes. Mais on a (9)

$$A_{n',-n} = \frac{1}{2\pi}\int_{-\pi}^{\pi} A_{n'}\, e^{nT\sqrt{-1}}\, dT, \qquad \text{c'est-à-dire}$$

(22) $$A_{n',-n} = \frac{1}{2\pi}\int_{-\pi}^{\pi} (A + Bx + Cx^{-1})\, e^{nT\sqrt{-1}}\, dT$$

On en déduit facilement, en représentant par le symbole E la transcendante de Bessel:

(23) $$A_{n',-n} = -\frac{B}{n}\, E_{-n-1} + \frac{C}{n}\, E_{-n+1}$$

Voilà un moyen simple de trouver $A_{n',-n}$ dans le développement de $\frac{r\cos\delta}{r'^2}$, mais ce moyen ne peut être employé pour la partie principale $\frac{1}{r}$ de R.

On peut donc supposer connu le développement de la fonction perturbatrice.

Si l'on se borne à la partie principale $\frac{1}{r}$ de R, on peut se proposer de calculer $A_{n'}$ (7), par suite $A_{n',-n}$ (10), au moyen des quantités S, ρ, ρ' et φ qui ont servi à décomposer $\frac{1}{r}$ en facteurs, dans la supposition où l'indice n' est très-considérable. Nous regarderons alors $\frac{1}{n'}$, et ε' comme des quantités très-petites du premier ordre, mais la quantité $n'\varepsilon'$ ne pourra pas être considérée comme une très-petite quantité.

Lorsque l'excentricité ε' est assez petite, la série qui représente la transcendante $E_{l'}$ est assez convergente pour qu'on puisse ne considérer qu'un petit nombre de termes de la formule (7)

$$A_{n'} = \dots \left(1 - \frac{l'}{n'}\right) A_{n'-l'} E_{l'} \dots$$

De sorte que nous pourrons considérer, dans ce qui va suivre, les quantités $\frac{l'}{n'}$ comme de petites fractions dont nous négligerons les puissances supérieures à la première. Posons

$$\xi = \rho^{-1} e^{\varphi\sqrt{-1}}$$

La formule (17) donnera approximativement :

$$(24) \qquad A_{n'} = S\xi^{-n'} \left(\frac{1}{2}\right)_{n'} \left(1 - \rho^2\right)^{-\frac{1}{2}} \left(1 - \frac{1}{4n'} \frac{\rho^2}{1-\rho^2}\right)$$

Remarquons que la dernière parenthèse ne varie pas sensiblement lorsqu'on remplace n' par un nombre peu différent $n' \pm l'$. En outre :

$$\left(\frac{1}{2}\right)_{n'} = \frac{1.3.5 \dots 2n'-1}{2.4.6 \dots 2n'}$$

D'où l'on tire

$$\left(\frac{1}{2}\right)_{n'+1} = \frac{2n'+1}{2n'+2} \left(\frac{1}{2}\right)_{n'}$$

$$\left(\frac{1}{2}\right)_{n'-1} = \frac{2n'}{2n'-1} \left(\frac{1}{2}\right)_{n'}$$

Par suite on a approximativement :

$$(25) \qquad \left(\frac{1}{2}\right)_{n'\pm 1} = \left(1 - \frac{1}{2n'}\right)^{\pm 1} \left(\frac{1}{2}\right)_{n'}$$

En remplaçant n' par $n' \pm 1$, $n' \pm 2$, etc., dans la valeur de $\left(\frac{1}{2}\right)_{n'}$, on verra aisément que pour $\frac{l'}{n'}$ très-petit, on a de même sensiblement :

$$(26) \qquad \left(\frac{1}{2}\right)_{n'\pm l'} = \left(1 - \frac{1}{2n'}\right)^{\pm l'} \left(\frac{1}{2}\right)_{n'}$$

la formule (24) donne alors :

$$(27)\qquad \begin{cases} A_{n'+l'} = \xi^{-l'}\left(1-\frac{1}{2n'}\right)^{l'} A_{n'} \\ A_{n'-l'} = \xi^{+l'}\left(1-\frac{1}{2n'}\right)^{-l'} A_{n'} \end{cases}$$

Portant ces valeurs dans la formule (7) et faisant, pour abréger

$$\xi\left(1-\frac{1}{2n'}\right)^{-1} = \sigma$$

il vient :

$$(28)\qquad A_{n'} = A_{n'}\Sigma\left(1-\frac{l'}{n'}\right) E_{l'}\sigma^{l'}$$

d'où, d'après (4), (5)

$$(29)\qquad A_{n'} = A_{n'}\left\{1-\frac{\epsilon'}{2}\left(\sigma+\frac{1}{\sigma}\right)\right\} e^{\frac{n'\epsilon'}{2}\left(\sigma-\frac{1}{\sigma}\right)}$$

ou sensiblement :

$$(30)\qquad A_{n'} = A_{n'}\, e^{-\frac{\epsilon'}{2}\left(\sigma+\frac{1}{\sigma}\right)+\frac{n'\epsilon'}{2}\left(\sigma-\frac{1}{\sigma}\right)}$$

Or, la valeur de $A_{n'}$ (24) peut se mettre approximativement sous la forme :

$$(31)\qquad A_{n'} = S\xi^{-n'}\left(\frac{1}{2}\right)_{n'}(1-\rho^2)^{-\frac{1}{2}}\, e^{-\frac{1}{4n'}\frac{\rho^2}{1-\rho^2}}$$

et comme on a sensiblement :

$$-\frac{\epsilon'}{2}\left(\sigma+\frac{1}{\sigma}\right)+\frac{n'\epsilon'}{2}\left(\sigma-\frac{1}{\sigma}\right) = \frac{n'\epsilon'}{2}\left(\xi-\xi^{-1}\right)-\frac{\epsilon'}{4}\left(\xi+\xi^{-1}\right)$$

la formule (30) donne :

$$(32)\qquad A_{n'} = S\left(\frac{1}{2}\right)_{n'}\xi^{-n'}(1-\rho^2)^{-\frac{1}{2}}\, e^{-\frac{1}{4n'}\frac{\rho^2}{1-\rho^2}+\frac{n'\epsilon'}{2}(\xi-\xi^{-1})-\frac{\epsilon'}{4}(\xi+\xi^{-1})}$$

Telle est l'expression de $A_{n'}$ au moyen des quantités S, ρ, φ, fonctions de ψ, qui ont servi à décomposer $\frac{1}{r}$ en facteurs.

On en déduirait facilement $A_{n',-n}$ (10).

En négligeant dans la formule (7) l' supérieur à 1, en valeur absolue, on a approximativement à cause des formules (27)

$$A_{n'} = A_{n'} \left\{ 1 + \frac{n'\varepsilon'}{2}(\xi - \xi^{-1}) - \frac{\varepsilon'}{4}(\xi + \xi^{-1}) \right\}$$

Si on remplaçait la quantité entre parenthèses par l'exponentielle

$$e^{\frac{n'\varepsilon'}{2}\left(\xi - \xi^{-1}\right) - \frac{\varepsilon'}{4}\left(\xi + \xi^{-1}\right)}$$

et $A_{n'}$ par sa valeur (31), on aurait (32) ; mais la quantité $n'\varepsilon'$ n'étant pas très-petite, ce procédé ne serait pas très-rigoureux.

Si, au contraire, on veut calculer $A_{n',-n}$ par la formule (11), il s'agit de calculer A_{-n} au moyen des quantités S', ρ_1, φ_1 qui ont servi à décomposer $\frac{1}{r}$ en facteurs, en supposant qu'on ait fait le développement suivant les puissances de x. S', ρ_1, φ_1 sont fonctions de ψ'.

La formule analogue à (31) donne pour n très-grand

$$(33) \qquad A_{-n} = S'\xi'^n \left(\frac{1}{2}\right)_n \left(1 - \rho_1^2\right)^{-\frac{1}{2}} e^{-\frac{1}{4n}\frac{\rho_1^2}{1-\rho_1^2}}$$

en posant

$$\xi' = \rho_1 e^{\varphi_1\sqrt{-1}}$$

Un calcul analogue au précédent fournit :

$$(34) \quad A_{-n} = S'\xi'^n \left(\frac{1}{2}\right)_n (1-\rho_1^2)^{-\frac{1}{2}} e^{-\frac{1}{4n}\frac{\rho_1^2}{1-\rho_1^2} - \frac{n\varepsilon}{2}(\xi' - \xi'^{-1}) - \frac{\varepsilon}{4}(\xi'+\xi'^{-1})}$$

Une fois qu'on connaîtra A_{-n}, on calculera aisément $A_{n',-n}$ (11).

En résumé, on pourra calculer $A_{n',-n}$, soit par les formules (10), (32), soit par les formules (11), (34), et le problème du développement de $\frac{1}{r}$ en série double ordonnée suivant les puissances de $e^{T\sqrt{-1}}$, $e^{T'\sqrt{-1}}$, est résolu.

§ III

On peut trouver autrement les coefficients de développement de $\frac{1}{r}$.

Rappelons les notations

(1) $$x = e^{\psi\sqrt{-1}}, \quad y = e^{\psi'\sqrt{-1}}$$

on aura :

(2) $$\frac{1}{r} = F(x, y)$$

Soit $A_{n',-n}$ le coefficient de $y^{n'} x^{-n}$ dans le développement de $\frac{1}{r}$ en série double ordonnée suivant les puissances entières de x et y. Proposons-nous de chercher $A_{n',-n}$. Posons :

(3) $$r^2 = R$$

d'où on tire identiquement :

(4) $$\frac{1}{r} = R^{-\frac{1}{2}} = F(x, y) = \left(1 - \frac{y}{v}\right)^{-\frac{1}{2}} f(x, y)$$

(5) $$f(x, y) = \frac{\left(1 - \frac{y}{v}\right)^{\frac{1}{2}}}{R^{\frac{1}{2}}}$$

v sera une fonction de x tirée de l'équation

(6) $$R = 0$$

résolue par rapport à y.

En désignant par $A_{n'}$ le coefficient de $y^{n'}$ dans le développement de $F(x, y)$, on aura :

(7) $$A_{n'} = \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} y^{-n'} \left(1 - \frac{y}{v}\right)^{-\frac{1}{2}} f(x, y)\, d\psi'$$

Cette équation subsistera tant que la fonction sous le signe $\int$ restera

synectique, quel que soit le module de y. Cela arivera si le module de y est inférieur au module de v. Posons donc :

$$(8) \qquad y = he^{p\sqrt{-1}}$$

h étant une constante réelle ou imaginaire dont le module est inférieur au module de v, on aura

$$(9) \qquad A_{n'} = \frac{h^{-n'}}{2\pi}\int_{-\pi}^{\pi} e^{-n'p\sqrt{-1}}\left(1-\frac{he^{p\sqrt{-1}}}{v}\right)^{-\frac{1}{2}} f(x,\, he^{p\sqrt{-1}})\, dp$$

Cette équation subsistera lorsque le module de h, restant inférieur au module de v, convergera vers le module de v, de sorte qu'elle subsistera encore pour $h = v$ si la quantité sous le signe $\int$ reste finie. Représentons $-\frac{1}{2}$ par $-s$, on aura pour $h = v$

$$(10) \qquad A_{n'} = \frac{v^{-n'}}{2\pi}\int_{-\pi}^{\pi} e^{-n'p\sqrt{-1}}\,(1-e^{p\sqrt{-1}})^{-s} f(x,\, v\,e^{p\sqrt{-1}})\, dp$$

Il reste à voir si les quantités sous le signe $\int$ conservent une valeur finie. Or, on a :

$$1 - e^{p\sqrt{-1}} = e^{\frac{p}{2}\sqrt{-1}}\left(-2\sqrt{-1}\sin\frac{p}{2}\right)$$

d'où :

$$(11) \qquad A_{n'} = \frac{v^{-n'}}{2\pi}\int_{-\pi}^{\pi} e^{\left(-n'p-\frac{sp}{2}\right)\sqrt{-1}}\left(-2\sqrt{-1}\sin\frac{p}{2}\right)^{-s} f(x,\, ve^{p\sqrt{-1}})\, dp$$

Examinons l'intégrale

$$\int_{-\pi}^{\pi}\left(-2\sqrt{-1}\sin\frac{p}{2}\right)^{-s} dp$$

on a identiquement :

$$\int_{-\pi}^{\pi}\left(-2\sqrt{-1}\sin\frac{p}{2}\right)^{-s} dp$$

$$= \int_0^\pi \left\{ \left(-2\sqrt{-1}\sin\frac{p}{2}\right)^{-s} + \left(2\sqrt{-1}\sin\frac{p}{2}\right)^{-s} \right\} dp$$

$$= \int_0^\pi 2^{-s}\left(\sin\frac{p}{2}\right)^{-s} \left\{ (-\sqrt{-1})^{-s} + (\sqrt{-1})^{-s} \right\} dp$$

Mais :

$$\operatorname{Cos}\frac{\pi}{2} \pm \sqrt{-1}\sin\frac{\pi}{2} = \pm\sqrt{-1}$$

$$\operatorname{Cos}\frac{s\pi}{2} + \sqrt{-1}\sin\frac{s\pi}{2} = (-\sqrt{-1})^{-s}$$

$$\operatorname{Cos}\frac{s\pi}{2} - \sqrt{-1}\sin\frac{s\pi}{2} = (\sqrt{-1})^{-s}$$

d'où :

$$\int_{-\pi}^{\pi} \left(-2\sqrt{-1}\sin\frac{p}{2}\right)^{-s} dp = 2\cos\frac{s\pi}{2}\int_0^\pi 2^{-s}\left(\sin\frac{p}{2}\right)^{-s} dp$$

c'est-à-dire que cette intégrale est ramenée à une somme d'éléments positifs. Si elle a une valeur finie, il en sera de même de $A_{n'}$, puisque

$$\frac{v^{-n'}}{2\pi}\, e^{-\left(n'p + s\frac{p}{2}\right)\sqrt{-1}} f(x, ve^{p\sqrt{-1}})$$

conserve une valeur finie dans l'intervalle de l'intégration. Pour savoir si

$$\int_0^\pi \left(\sin\frac{p}{2}\right)^{-s} dp$$

a une valeur finie, il suffit de voir si $\int_0^\pi p^{-s}\,dp$ a une valeur finie, car le rapport des éléments de ces deux intégrales est fini. Or, on a :

$$\int_0^\pi p^{-s}\,dp = \left(\frac{p^{-s+1}}{1-s}\right)_0^\pi$$

Si s est négatif, cette intégrale est finie. Si s est positif et plus petit

que 1, cette intégrale est encore finie; c'est précisément le cas qui nous occupe, puisque $s = \frac{1}{2}$.

Les équations (10), (11) sont donc légitimes.

Posons maintenant

$$f(x, ve^{p\sqrt{-1}}) = f(x, v) + p\mathrm{P} \tag{12}$$

d'ou :

$$\mathrm{P} = \frac{f(x, ve^{p\sqrt{-1}}) - f(x, v)}{p}$$

P aussi bien que $f(x, ve^{p\sqrt{-1}})$ sera synectique.

L'équation (10) deviendra :

$$\mathrm{A}_{n'} = \frac{v^{-n'}}{2\pi}\int_{-\pi}^{\pi} e^{-n'p\sqrt{-1}}\left(1 - e^{p\sqrt{-1}}\right)^{-s}\left\{f(x, v) + p\mathrm{P}\right\}dp \tag{13}$$

Négligeons pour un moment $p\mathrm{P}$, $f(x, v)$ passe en dehors du signe $\int$, et en remarquant que le coefficient de $e^{n'p\sqrt{-1}}$ dans le développement de $(1 - e^{p\sqrt{-1}})^{-s}$ est :

$$\frac{s(s+1)\ \dots\ (s+n'-1)}{1.2\ \dots\dots\dots\dots\ n'} = (s)_{n'}$$

on aura :

$$\mathrm{A}_{n'} = v^{-n'}(s)_{n'} f(x, v) \tag{14}$$

On aurait rigoureusement :

$$\mathrm{A}_{n'} = v^{-n'}(s)_{n'} f(x, v)\,(1 + \alpha) \tag{15}$$

$$\alpha = \frac{1}{2\pi\,(s)_{n'}\, f(x, v)}\int_{-\pi}^{\pi} e^{-n'p\sqrt{-1}}\left(1 - e^{p\sqrt{-1}}\right)^{-s} p\mathrm{P}\,dp \tag{16}$$

Il reste à voir si cette quantité α est négligeable. Il faut admettre que $f(x, v)$ n'est généralement pas nul. Intégrons par partie et faisons porter l'intégration sur $e^{n'p\sqrt{-1}}$, n' passera au dénominateur, on aura :

(17) $$\alpha = \frac{1}{2\pi n'(s)_{n'} f(x,v)} \int_{-\pi}^{\pi} \left(1 - e^{p\sqrt{-1}}\right)^{-s} \psi(p)\, dp$$

En transformant l'expression $(1 - e^{p\sqrt{-1}})^{-s}$ comme plus haut, on voit que l'intégrale a une valeur finie, d'où

(18) $$\alpha = \frac{N}{n'(s)_{n'}}$$

N ayant une valeur finie, et comme $s = \frac{1}{2}$, $(s)_{n'} = \frac{1}{\sqrt{\pi n'}}$ approximativement. On a donc finalement :

(19) $$\alpha = N\sqrt{\frac{\pi}{n'}}$$

de sorte qu'on peut négliger α lorsque n' est considérable.

En résumé, quand n' est très-grand, l'équation (14) donne :

(20) $$A_{n'} = v^{-n'}(s)_{n'} f(x,v) = \frac{v^{-n'} f(x,v)}{\sqrt{\pi n'}}$$

pour valeur approchée de $A_{n'}$.

v est une fonction de x, valeur de y, tirée de l'équation :

$R = 0$ résolue par rapport à y, et on a l'équation (4)

$$\frac{1}{r} = R^{-\frac{1}{2}} = F(x,y) = \left(1 - \frac{y}{v}\right)^{-\frac{1}{2}} f(x,y)$$

Maintenant que nous connaissons, par la formule (20), $A_{n'}$ en fonction de x, il est aisé d'avoir $A_{n',-n}$.

Supposons qu'on développe $A_{n'}$ suivant les puissances de x, on aura :

(21) $$A_{n',-n} = \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} x^n v^{-n'} (s)_{n'} f(x,v)\, d\psi$$

ou en posant :

(22) $$\left\{ \begin{array}{l} x^n v^{-n'} = \chi^{n'} \\ \chi = x^{\frac{n}{n'}} v^{-1} \end{array} \right.$$

(23) $$A_{n',-n} = \frac{(s)_{n'}}{2\pi}\int_{-\pi}^{\pi} \chi^{n'} f(x, v)\, d\psi$$

On peut prendre pour x tel module qu'on voudra, pourvu que la fonction sous le signe $\int$ reste synectique. Posons donc :

(24) $$x = ue^{p\sqrt{-1}}$$

sauf à déterminer plus tard la quantité u.

Posons en outre l'identité :

(25) $$\begin{cases} \chi^{n'} f(x, v) = e^{-an'p^2}\, \varphi(p) \\ \varphi(p) = \chi^{n'} f(x, v)\, e^{an'p^2} \end{cases}$$

on aura :

(26) $$A_{n',-n} = \frac{(s)_{n'}}{2\pi}\int_{-\pi}^{\pi} \varphi(p)\, e^{-an'p^2}\, dp$$

qu'on peut écrire :

(27) $$A_{n',-n} = \frac{(s)_{n'}}{2\pi}\int_{0}^{\pi} \{\varphi(p) + \varphi(-p)\}\, e^{-an'p^2}\, dp$$

Remplaçons p par $\frac{p}{\sqrt{n'}}$, on aura :

(28) $$A_{n',-n} = \frac{(s)_{n'}}{\pi\sqrt{n'}}\int_{0}^{\pi\sqrt{n'}} \frac{\varphi\left(\frac{p}{\sqrt{n'}}\right) + \varphi\left(\frac{-p}{\sqrt{n'}}\right)}{2}\, e^{-ap^2}\, dp$$

Supposons maintenant que $\chi^{n'} f(x, v)$ et par suite $\varphi(p)$ puisse se développer suivant les puissances de p, et supposons en outre qu'on ait :

(29) $$\chi e^{ap^2} = A + Bp^3 \ldots$$ d'où :

(30) $$\chi^{n'} e^{an'p^2} = (A + Bp^3 \ldots)^{n'}$$

Les coefficients des différents termes de ce développement seront des

fonctions de n', et si l'on considère le terme p^m, son coefficient contiendra n' au plus à la puissance $\frac{m}{3}$. On aura donc, d'après (25):

$$(31) \qquad \varphi(p) = \chi^{n'} f(x, v)\, e^{an'p^2} = f(x, v)\,(A_1 + B_1 p^3 + C_1 p^4 \ldots)$$

Dans la parenthèse, le coefficient de p^m contiendra n' au plus à la puissance $\frac{m}{3}$. Alors $\varphi(p)$ aura un terme indépendant de p qui ne contiendra pas n', un terme en p et un terme en p^2 qui ne contiendront pas n', etc.; enfin un terme p^m dont le coefficient contiendra n' au plus à la puissance $\frac{m}{3}$.
$\varphi(p) + \varphi(-p)$ donneront une somme développée suivant les puissances paires de p

$$(32) \qquad \varphi(p) + \varphi(-p) = k_0 + k_2 p^2 + k_4 p^4 \ldots .$$

k_0, k_2 ne contiennent pas n', k^4 contient n', k^6 contient n'^2, etc.; en changeant p en $\frac{p}{\sqrt{n'}}$, on voit que l'expression $\varphi\left(\frac{p}{\sqrt{n'}}\right) + \varphi\left(\frac{-p}{\sqrt{n'}}\right)$ de la formule (28) donnera un développement dont le premier terme sera indépendant de n', dont les termes en p^2, p^4, p^6 contiendront $\frac{1}{n'}$, etc. Faisons d'abord abstraction du terme indépendant de p, on aura à intégrer dans la formule (28) des termes tels que

$$\int_0^{\pi\sqrt{n'}} \frac{p^6}{n'}\, e^{-ap^2}\, dp$$

En intégrant par partie et faisant porter l'intégration sur $e^{-ap^2}dp$, on arrivera à une partie qui tendra vers zéro avec n' infini et à une intégrale de la forme

$$\int_0^{\pi\sqrt{n'}} e^{-ap^2}\, dp$$

avec une puissance de n' au dénominateur. Mais :

$$(33) \qquad \int_0^{\pi\sqrt{n'}} e^{-ap^2}\, dp = \int_0^{\infty} e^{-ap^2} = \frac{1}{2}\left(\frac{\pi}{a}\right)^{\frac{1}{2}}$$

On en conclut que le second membre de la formule (28) peut se développer en série rapidement convergente, de sorte que pour avoir $A_{n',-n}$, il suffit de prendre le terme indépendant du développement de

$$\varphi\left(\frac{p}{\sqrt{n'}}\right) + \varphi\left(\frac{-p}{\sqrt{n'}}\right)$$

suivant les puissances de p.

Tout ceci suppose qu'on a la formule (29)

$$\chi e^{ap^2} = A + Bp^3 \dots$$

Si on avait des termes p, p^2, on ne serait plus en droit de négliger dans le développement de $\varphi\left(\frac{p}{\sqrt{n'}}\right) + \varphi\left(\frac{-p}{\sqrt{n'}}\right)$ les termes qui suivent le terme indépendant.

Voyons donc à quelles conditions on aura la formule (29).

On a :

(34) $$\chi = \chi_0 + \left(\frac{d\chi}{dp}\right)_0 p + \left(\frac{d^2\chi}{dp^2}\right)_0 \frac{p^2}{1.2}$$

Mais en appelant χ' la dérivée par rapport à x, on a :

(35) $$\left\{\begin{aligned} \frac{d\chi}{dp} &= \chi' . x\sqrt{-1} \\ \frac{d^2\chi}{dp^2} &= -x \frac{d}{dx}(\chi' . x) \end{aligned}\right.$$

Soit u la valeur de x réelle ou imaginaire tirée de

(36) $$\chi' = 0$$

et prenons cette valeur de u dans l'équation (24), on aura :

(37) $$\frac{d\chi}{dp} = 0$$

(38) $$\left(\frac{d^2\chi}{dp^2}\right)_0 = -x^2\chi''$$

Il faut remplacer x par u d'après l'équation (24) parce qu'on fait $p = 0$.

Posons :

(39) $$a = \frac{x^2\chi''}{2\chi}$$

et admettons que la partie réelle de ce produit soit positive, on aura :

(40) $$\chi e^{ap^2} = (\chi - ap^2\chi \dots)\, e^{ap^2}$$

Il faut remplacer dans la parenthèse x par u. En développant e^{ap^2}, on voit qu'on a la formule (29)

$$\chi e^{ap^2} = \mathrm{A} + \mathrm{B}p^3 \dots$$

Ainsi, pour avoir $\mathbf{A}_{n',-n}$, on pourra prendre seulement le terme indépendant de $\varphi\left(\frac{p}{\sqrt{n'}}\right) + \varphi\left(\frac{-p}{\sqrt{n'}}\right)$, pourvu que x soit tiré de $\chi' = 0$, et qu'on prenne la valeur (39) de a.

On aura donc, d'après les équations (28), (30) :

(41) $$\mathbf{A}_{n',-n} = \frac{(s)_{n'}}{\pi\sqrt{n'}} \int_0^{\pi\sqrt{n'}} \chi_0^{n'} f(u, v)\, e^{-ap^2}\, dp$$

Mais on a :

$$\int_0^{\pi\sqrt{n'}} e^{-ap^2}\, dp = \frac{1}{2}\left(\frac{\pi}{a}\right)^{\frac{1}{2}}$$

en outre (22) : $$\chi_0^{n'} = u^n v^{-n'}$$ d'où :

(42) $$\mathbf{A}_{n',-n} = \frac{(s)_{n'}}{\pi\sqrt{n'}}\, u^n v^{-n'} f(u, v)\, \frac{1}{2}\left(\frac{\pi}{a}\right)^{\frac{1}{2}}$$

Ou, en remplaçant $(s)_{n'}$ par sa valeur $\frac{1}{\sqrt{\pi n'}}$

(43) $$\mathbf{A}_{n',-n} = \frac{1}{2\pi n'\sqrt{a}}\, u^n v^{-n'} f(u, v)$$

En résumé, si l'on pose :

$$x = e^{\psi\sqrt{-1}}, \qquad y = e^{\psi'\sqrt{-1}}$$

$$\frac{1}{\mathrm{r}} = \mathrm{F}(x, y) = \mathrm{R}^{-\frac{1}{2}} = \left(1 - \frac{y}{v}\right)^{-\frac{1}{2}} f(x, y)$$

La formule (43) donnera le coefficient de $y^{n'}\, x^{-n}$ dans le développe-

ment de $\frac{1}{r}$, en entendant que u et v sont tirés des équations simultanées :

(44) $$R = 0, \qquad \chi' = 0$$

résolues par rappport à x et y. u est la valeur de x, v la valeur de y, χ' signifie une dérivée par rapport à x,

$$\chi = x^{\frac{n}{n'}} v^{-1}, \qquad a = \frac{x^2\chi''}{2\chi}$$

Nous allons maintenant réduire la formule (43). On a :

$$\chi' = \chi\left(\frac{n}{n'} x^{-1} - v^{-1}\frac{dv}{dx}\right)$$

d'ailleurs v étant une fonction de x qui réduit R identiquement à zéro :

$$\frac{dR}{dx} + \frac{dR}{dv}\frac{dv}{dx} = 0$$

Portant la valeur de $\frac{dv}{dx}$ tirée de cette équation dans l'expression de χ', les équations (44) deviennent :

(45) $$R = 0 \qquad ny\frac{dR}{dy} + n'x\frac{dR}{dx} = 0$$

on a remplacé v par y.

Ainsi, en remplaçant u par x, v par y, la formule (43) donnera $A_{n',-n}$, pourvu qu'on tire x et y des équations (45).

Au lieu de prendre x et y pour inconnues, on peut prendre ψ et ψ'. Les équations (45) deviendront :

(46) $$R = 0 \qquad n\frac{dR}{d\psi'} + n'\frac{dR}{d\psi} = 0$$

Examinons maintenant la valeur de a

$$a = \frac{d^2\chi''}{2\chi}$$

A cause de la valeur de χ' et tenant compte de la relation $\chi' = 0$ qui

doit avoir lieu pour les valeurs particulières de x et y qu'il faut prendre, on trouve aisément :

$$\frac{x^2\chi''}{2\chi} = -\frac{1}{2}x\left\{\frac{n}{n'}x^{-1} - y^{-2}x\left(\frac{dy}{dx}\right)^2 + y^{-1}x\frac{d^2y}{dx^2}\right\}$$

Mais on a :

$$\frac{d}{dx}\left(\frac{x}{y}\frac{dy}{dx}\right) = y^{-1}\frac{dy}{dx} + xy^{-1}\frac{d^2y}{dx^2} - xy^{-2}\left(\frac{dy}{dx}\right)^2$$

D'ailleurs, de l'équation $\chi' = 0$ on tire :

$$\frac{n}{n'}x^{-1} = y^{-1}\frac{dy}{dx}$$

Tenant compte de cette relation dans l'expression précédente, on trouve :

$$(47) \qquad a = \frac{x^2\chi''}{2\chi} = -\frac{1}{2}x\frac{d}{dx}\left(\frac{x}{y}\frac{dy}{dx}\right)$$

Ainsi, il faudra résoudre (45) ou (46) pour avoir la formule (43), et a sera fourni par la formule (47).

Mais il faut transformer l'expression $f(u, v)$ qui entre dans la formule (43). On a :

$$F(x, y) = R^{-\frac{1}{2}} = \left(1 - \frac{y}{v}\right)^{-\frac{1}{2}} f(x, y)$$

D'où on tire :

$$(48) \qquad \{f(x, y)\}^2 = \frac{1 - \frac{y}{v}}{R}$$

expression qui se présente sous la forme $\frac{0}{0}$ lorsque y vaut v et que x vaut u; par suite :

$$(49) \qquad \{f(u, v)\}^2 = \frac{-1}{v\frac{dR}{dy}}$$

On a en outre :

$$\frac{dR}{dy} = \frac{dR}{d\psi'}\frac{1}{y\sqrt{-1}}$$

l'équation (49) donne alors :

(50)
$$f(u, v) = \frac{\sqrt{-\sqrt{-1}}}{\sqrt{\frac{dR}{d\psi'}}}$$

D'ailleurs, en passant aux variables ψ et ψ', la valeur (47) de a devient successivement :

(51)
$$a = -\frac{1}{2} x \frac{d}{dx} \left(\frac{d\psi'}{d\psi}\right)$$

(52)
$$a = \frac{-1}{2\sqrt{-1}} \frac{d}{d\psi} \left(\frac{d\psi'}{d\psi}\right)$$

Par suite :

(53)
$$\frac{f(u, v)}{\sqrt{a}} = \frac{1}{\sqrt{\frac{dR}{d\psi'}} \sqrt{-\frac{1}{2} \frac{d}{d\psi} \left(\frac{d\psi'}{d\psi}\right)}}$$

Mais pour les valeurs de ψ et ψ' qu'il faut prendre, on a :

(54)
$$\left\{ \begin{aligned} & R = 0 \\ & \frac{dR}{d\psi} + \frac{dR}{d\psi'} \frac{d\psi'}{d\psi} = 0 \end{aligned} \right.$$

L'équation (53) devient alors :

(55)
$$\frac{f(u, v)}{\sqrt{a}} = \frac{1}{\sqrt{\frac{dR}{d\psi'}} \sqrt{\frac{1}{2} \frac{d}{d\psi} \left(\frac{\frac{dR}{d\psi}}{\frac{dR}{d\psi'}}\right)}}$$

En remplaçant $\frac{d}{d\psi} \left(\frac{\frac{dR}{d\psi}}{\frac{dR}{d\psi'}}\right)$ par sa valeur et remarquant que les équations (54), (46) donnent :

$$\frac{d\psi'}{d\psi} = -\frac{\frac{dR}{d\psi}}{\frac{dR}{d\psi'}} = \frac{n}{n'}$$

on trouve :

(56)
$$\frac{f(u, v)}{\sqrt{a}} = \frac{1}{\sqrt{\frac{\frac{d^2R}{d\psi^2} + \frac{2 d^2R}{d\psi d\psi'} \frac{n}{n'} + \frac{n^2}{n'^2} \frac{d^2R}{d\psi'^2}}{2}}}$$

Alors l'équation (45) devient :

$$(57)\qquad \mathbf{A}_{n',-n} = \frac{u^n v^{-n'}}{2\pi} \frac{\left(n'^2 \frac{d^2R}{d\psi^2} + 2nn' \frac{d^2R}{d\psi d\psi'} + n^2 \frac{d^2R}{d\psi'^2}\right)^{-\frac{1}{2}}}{2}$$

En remplaçant u^n, $v^{-n'}$ par leur valeur $e^{n\psi\sqrt{-1}}$, $e^{-n'\psi'\sqrt{-1}}$, cette équation peut s'écrire :

$$(58)\qquad \mathbf{A}_{n',-n}\, e^{(n'\psi'-n\psi)\sqrt{-1}} = \frac{1}{2\pi} \frac{\left(n'^2 \frac{d^2R}{d\psi^2} + 2nn' \frac{d^2R}{d\psi d\psi'} + n^2 \frac{d^2R}{d\psi'^2}\right)^{-\frac{1}{2}}}{2}$$

En résumé, la formule (58) donne $\mathbf{A}_{n',-n}$, pourvu qu'on tire x, y ou ψ et ψ' des équations (45) ou (46).

Si l'on représente maintenant par $A_{n'}$, A_{-n}, $A_{n',-n}$, les coefficients de $e^{n'T'\sqrt{-1}}$, $e^{-nT\sqrt{-1}}$, $e^{(n'T'-nT)\sqrt{-1}}$ dans le développement de $\frac{1}{r}$ suivant les puissances de $e^{T\sqrt{-1}}$, $e^{T'\sqrt{-1}}$, T, T' désignant les anomalies moyennes, on pourra déduire $A_{n',-n}$ de $\mathbf{A}_{n',-n}$. On a en effet :

$$(59)\qquad A_{n'} = \frac{1}{2\pi}\int_{-\pi}^{\pi} \frac{1}{r}\, e^{-n'T'\sqrt{-1}}\, dT'$$

$$(60)\qquad A_{n',-n} = \frac{1}{2\pi}\int_{-\pi}^{\pi} A_{n'}\, e^{nT\sqrt{-1}}\, dT$$

En remplaçant dans $A_{n',-n}$, $A_{n'}$ par sa valeur et les anomalies moyennes en fonction des anomalies excentriques, on trouve :

$$(61)\qquad A_{n',-n} = \frac{1}{4\pi^2}\int_{-\pi}^{\pi}\int_{-\pi}^{\pi} \frac{1}{r}\, e^{(n\psi-n'\psi')\sqrt{-1}}\, e^{-n\varepsilon\sin\psi\sqrt{-1}}\, e^{n'\varepsilon'\sin\psi'\sqrt{-1}} \cdot (1-\varepsilon\cos\psi)(1-\varepsilon'\cos\psi')\, d\psi\, d\psi'$$

On en conclut que $A_{n',-n}$ est le coefficient de $e^{(n'\psi'-n\psi)\sqrt{-1}}$ dans le développement de :

$$(62)\qquad \frac{1}{r}\, e^{-n\varepsilon\sin\psi\sqrt{-1}}\, e^{n'\varepsilon'\sin\psi'\sqrt{-1}}\, (1-\varepsilon\cos\psi)(1-\varepsilon'\cos\psi')$$

suivant les puissances de $e^{\psi\sqrt{-1}}$, $e^{\psi'\sqrt{-1}}$.

Nous désignerons l'expression (62) par $\frac{1}{r}$ B.

Mais on a :

$$(63) \qquad \frac{1}{r} = \ldots\ldots \mathrm{A}_{n',-n}\, e^{(n'\psi' - n\psi)\sqrt{-1}} \ldots\ldots$$

Multiplions les deux membres de l'équation (63) par B, et admettons qu'on puisse négliger les puissances supérieures à la première de ε et de ε', malgré les facteurs n, n'; on aura :

$$(64) \quad \frac{1}{r}\,\mathrm{B} = \ldots \mathrm{A}_{n',-n}\, e^{(n'\psi'-n\psi)\sqrt{-1}} \Big\{ 1 - n\frac{\varepsilon}{2}\left(e^{\psi\sqrt{-1}} - e^{-\psi\sqrt{-1}}\right) + n'\frac{\varepsilon'}{2}\left(e^{\psi'\sqrt{-1}} - e^{-\psi'\sqrt{-1}}\right) - \frac{\varepsilon}{2}\left(e^{\psi\sqrt{-1}} + e^{-\psi\sqrt{-1}}\right) - \frac{\varepsilon'}{2}\left(e^{\psi'\sqrt{-1}} + e^{-\psi'\sqrt{-1}}\right) \Big\} \ldots\ldots$$

D'après la forme du second membre de cette équation, les seuls termes qui donneront la puissance $e^{(n'\psi'-n\psi)\sqrt{-1}}$ seront :

$$\mathrm{A}_{n',-n}\,;\ \mathrm{A}_{n',-n-1}\,;\ \mathrm{A}_{n',-n+1}\,;\ \mathrm{A}_{n'-1,-n}\,;\ \mathrm{A}_{n'+1,-n}\,;$$

on aura donc :

$$(65) \quad \mathrm{A}_{n',-n} = \mathrm{A}_{n',-n} - \mathrm{A}_{n',-n-1}\left(\frac{n\varepsilon}{2} + \frac{\varepsilon}{2}\right) + \mathrm{A}_{n',-n+1}\left(\frac{n\varepsilon}{2} - \frac{\varepsilon}{2}\right) + \mathrm{A}_{n'-1,-n}\left(\frac{n'\varepsilon'}{2} - \frac{\varepsilon'}{2}\right) - \mathrm{A}_{n'+1,-n}\left(\frac{n'\varepsilon'}{2} + \frac{\varepsilon'}{2}\right)$$

Mais le second membre de l'équation (58) reste sensiblement le même quand on change n ou n' en $n \pm 1$, $n' \pm 1$; il en est de même pour les équations (46). On en conclut :

$$\mathrm{A}_{n',-n-1}\, e^{(n'\psi'-(n+1)\psi)\sqrt{-1}} = \mathrm{A}_{n',-n}\, e^{(n'\psi' - n\psi\sqrt{-1}}$$

c'est-à-dire :

$$(66) \quad \left\{ \begin{array}{l} \mathrm{A}_{n',-n-1} = \mathrm{A}_{n',-n}\, e^{\psi\sqrt{-1}} \qquad \text{de même :} \\ \mathrm{A}_{n',-n+1} = \mathrm{A}_{n',-n}\, e^{-\psi\sqrt{-1}}, \quad \mathrm{A}_{n'-1,-n} = \mathrm{A}_{n',-n}\, e^{\psi'\sqrt{-1}}, \\ \qquad \mathrm{A}_{n'+1,-n} = \mathrm{A}_{n',-n}\, e^{-\psi'\sqrt{-1}} \end{array} \right.$$

Si nous transportons ces valeurs dans le second membre de l'équation (65), $A_{n',-n}$ est exprimé seulement au moyen de $\mathbf{A}_{n',-n}$, et on trouve :

$$(67) \qquad A_{n',-n} = \mathbf{A}_{n',-n}\, B$$

pourvu qu'on remplace B par sa valeur réduite du second membre de l'équation (64).

Si l'on remet maintenant à la place de B sa valeur, on trouve :

$$(68) \qquad A_{n',-n} = \mathbf{A}_{n',-n} \cdot e^{-n\varepsilon \sin\psi \sqrt{-1}} \cdot e^{n'\varepsilon' \sin\psi' \sqrt{-1}} \\ (1 - \varepsilon\cos\psi)\,(1 - \varepsilon'\cos\psi')$$

En multipliant les deux membres par $e^{(n'\psi' - n\psi)\sqrt{-1}}$, on en déduit :

$$(69) \qquad A_{n',-n}\, e^{(n'T' - nT)\sqrt{-1}} = \mathbf{A}_{n',-n}\, e^{(n'\psi' - n\psi)\sqrt{-1}} \\ (1 - \varepsilon\cos\psi)\,(1 - \varepsilon'\cos\psi').$$

Telle est la formule que donnera approximativement $A_{n',-n}$ au moyen de $\mathbf{A}_{n',-n}$, en supposant que ψ et ψ' soient tirés des équations (46), et qu'on prenne la valeur (58) de $\mathbf{A}_{n',-n}$.

Au reste, on peut trouver $A_{n',-n}$ directement. Posons :

$$x = e^{T\sqrt{-1}}, \qquad y = e^{T'\sqrt{-1}}$$

En employant les mêmes symboles que précédemment, et répétant les mêmes raisonnements, on aura :

$$\frac{1}{r} = R^{-\frac{1}{2}} = F(x, y) = \left(1 - \frac{y}{v}\right)^{-\frac{1}{2}} f(x, y)$$

$$(70) \qquad \mathbf{A}_{n'} = \frac{v^{-n'} f(x, v)}{\sqrt{\pi n'}}$$

$$\chi = x^{\frac{n}{n'}} v^{-1}, \qquad a = \frac{x^2 \chi''}{2\chi}$$

$$(71) \qquad \mathbf{A}_{n',-n} = \frac{1}{2\pi n' \sqrt{a}}\, u^{n} v^{-n'} f(u, v)$$

$x = u$ et $y = v$ sont tirés des équations simultanées :

$$(72) \qquad R = 0, \qquad \chi' = 0$$

Ces équations, transformées comme précédemment, deviennent successivement :

$$(73)\quad \begin{cases} R = 0\,,\; ny\dfrac{dR}{dy} + n'x\dfrac{dR}{dx} = 0 \\[2ex] R = 0\,,\; n\dfrac{dR}{dT'} + n'\dfrac{dR}{dT} = 0 \\[2ex] R = 0\,,\; n\dfrac{\dfrac{dR}{d\psi'}}{1-\varepsilon'\cos\psi'} + n'\dfrac{\dfrac{dR}{d\psi}}{1-\varepsilon\cos\psi} = 0 \end{cases}$$

On trouve pour la valeur de a :

$$(74)\qquad a = \frac{-1}{2\sqrt{-1}}\,\frac{d}{dT}\left(\frac{dT'}{dT}\right)$$

En outre :

$$(75)\qquad \{f(u, v)\}^2 = \frac{-\sqrt{-1}}{\dfrac{dR}{dT'}}$$

En portant ces valeurs dans la formule (71) on trouve :

$$(76)\qquad A_{n',-n}\, e^{(n'T'-nT)\sqrt{-1}} = \frac{1}{2\pi}\,\frac{\left(n'^2\dfrac{d^2R}{dT^2} + 2nn'\dfrac{d^2R}{dT\,dT'} + n^2\dfrac{d^2R}{dT'^2}\right)^{-\frac{1}{2}}}{2}$$

Telle est la formule qui donne $A_{n',-n}$ directement, pourvu qu'on tire x et y, ou T et T', ou ψ et ψ' des équations (73).



RÉSUMÉ

DES

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MONTPELLIER

PENDANT L'ANNÉE 1863;

Par M. Édouard ROCHE.

Ces Observations ont été continuées en 1863 avec la même régularité et sur le même plan que les six années précédentes. Elles se font, depuis le 1er janvier 1857, dans une salle située à l'étage supérieur de la Faculté des sciences, exposée au nord-nord-est, et dont la hauteur est de 9 mètres au-dessus de la place de la Canourgue et de 58 mètres au-dessus du niveau de la Méditerranée. Les coordonnées géographiques de ce point de la ville de Montpellier sont : latitude $= 43^{\circ}\ 36'\ 45''$; longitude $= 6^{m}\ 9^{s}$ Est.

Les observations météorologiques ont lieu trois fois par jour : à huit heures du matin, à midi et à quatre heures du soir. Elles consistent à noter les indications du baromètre, du thermomètre extérieur placé sur un balcon à peu près au nord et à l'abri du soleil, l'état du ciel, le vent, les températures maxima et minima, l'hygromètre, enfin la quantité de pluie et les autres phénomènes accidentels, comme neige, orages, etc. L'observation de huit heures du matin est expédiée par le télégraphe à l'Observatoire de Paris, qui l'insère dans son Bulletin.

Nous avons publié chaque année, dans les Mémoires de l'Académie, le

tableau des observations, avec les moyennes mensuelles et annuelles, et en y joignant une appréciation sommaire du caractère météorologique de l'année. Nous allons résumer de même celles de 1863, en les comparant aux années précédentes, sans oublier toutefois que sept ans ne sauraient suffire à l'étude du climat de Montpellier : une longue série est indispensable si l'on veut écarter l'influence des perturbations accidentelles, et dégager des observations les valeurs normales qui caractérisent un climat.

Baromètre.—Les hauteurs barométriques ont été ramenées à la température zéro, à l'aide des tables insérées dans l'Annuaire météorologique de 1859. Pour les réduire au niveau de la mer, il faudrait les augmenter de 5mm,6 environ, à raison de l'altitude du baromètre, qui est de 58m,7 au-dessus de la Méditerranée.

La plus grande hauteur observée en 1863 a été 770mm,9 le 26 janvier à huit heures du matin. La plus petite hauteur a été 739mm,6 le 15 mars à quatre heures du soir.

Voici le tableau des moyennes annuelles, barométriques et thermométriques, depuis 1857.

ANNÉES.	HAUTEUR MOYENNE DU BAROMÈTRE.			TEMPÉRATURE moyenne.
	8 h. du matin.	Midi.	4 h. du soir.	
1857	757,24	756,99	756,32	14°,08
1858	57,03	56,64	56,00	14,55
1859	57,48	57,20	56,52	15,09
1860	55,85	55,59	54,99	13,55
1861	57,60	57,41	56,67	14,90
1862	56,81	56,57	55,95	14,97
1863	58,49	58,25	57,54	15,27
Moyenne.	757,21	756,95	756,28	14,63

On voit que, de nos sept années, la dernière est celle où le baromètre s'est tenu le plus haut.

En prenant pour hauteur normale de la colonne barométrique, à Mont-

pellier, la moyenne des observations de midi, cette hauteur serait à peu près 757mm, ce qui équivaut à 762mm,6 au niveau de la Méditerranée. Mais ce nombre ne doit pas être considéré comme définitif, le baromètre pouvant exiger une correction qui ne nous est pas connue. — Les hauteurs extrêmes observées dans les sept ans sont 735,2 en 1857 et 774,2 en 1859.

Thermomètre. — La température moyenne de 1863, conclue de la demi-somme du maximum et du minimum de chaque jour, a été d'environ 15°,3 centigrades, c'est-à-dire la plus forte des sept dernières années, et supérieure de 0°,64 à sa valeur normale. Cela tient d'abord à ce que l'été a été chaud, sans égaler cependant celui de 1859; de plus, l'hiver a été très-doux, c'est le moins froid de notre période; la température du printemps a été aussi au-dessus de la moyenne.

ANNÉES.	TEMPÉRATURE MOYENNE.			
	Hiver.	Printemps.	Été.	Automne.
1857	5,8	12,3	22,8	15,4
1858	5,6	14,0	22,3	15,2
1859	6,8	14,3	24,5	15,8
1860	5,4	12,5	21,4	14,3
1861	6,7	14,1	22,8	15,6
1862	7,2	15,4	22,5	14,9
1863	7,4	14,6	24,1	15,1
Moyenne.	6,4	13,9	25,1	15,2

Suivant l'usage, nous avons formé l'hiver des mois de décembre, janvier et février, et ainsi de suite. Pour obtenir la température de l'hiver 1857, on a emprunté celle de décembre 1856 à des observations faites hors de la Faculté des sciences.

On voit que l'année actuelle se signale par sa haute température, par l'élévation du baromètre, et aussi par la sérénité du ciel, comme on le dira plus loin.

La plus haute température de 1863 a été 37°,7 le 12 août. La plus basse

a été — 2° le 22 et le 27 décembre. — Les températures extrêmes observées à la Faculté des sciences, depuis 1857, sont — 9° et 40°.

En aucun jour de cette année la température moyenne n'a été zéro ; elle n'est même pas descendue au-dessous de 6°. Il n'a gelé que six fois.

Le jour le plus chaud a été le 12 août, où la température moyenne a dépassé 30° ; elle a atteint 29° le 4 juillet et le 17 août, et est restée au-dessus de 28° les 5, 8, 17 juillet, les 7 et 13 août. — Le thermomètre est monté 52 fois au-dessus de 30°. En 1859 il avait dépassé cette température 50 fois.

L'été de 1859 fut plus chaud; mais les chaleurs de 1863, si elles ont été un peu moins fortes, ont duré plus longtemps, et ont été accompagnées d'une plus grande sécheresse. La température moyenne de la journée s'est maintenue à 25° ou au-dessus, du 26 juin au 24 juillet et du 2 août au 17 août : en tout 44 jours; en 1859, 40 jours seulement. Mais en 1859, le thermomètre atteignit 40°; la température moyenne dépassa 17 fois 28°, et cette année seulement 8 fois.

ANNÉES.	JOURS de gelée.	JOURS au-dessus de 30°.	JOURS de neige.	JOURS d'orage.
1857	32	31	3	15
1858	32	46	1	11
1859	28	50	1	15
1860	27	17	4	9
1861	18	40	1	9
1862	15	27	0	14
1863	6	52	1	14
Moyenne.	23	38	2	12

On voit qu'il n'a gelé que 6 fois dans l'année. Bien que l'hiver ait été très-doux, on pourra trouver que ce nombre de jours de gelée est bien faible. A ce sujet, il convient de faire remarquer que nos chiffres se rapportent exclusivement au lieu où sont faites les observations; à la campagne, ou même

en d'autres points de la ville, le thermomètre étant placé dans de nouvelles conditions de hauteur ou d'exposition, on a pu obtenir des températures très-sensiblement différentes.

En général, la température observée à l'intérieur d'une ville est plus élevée qu'à l'extérieur. Il n'est pas rare, en effet, qu'il gèle à la campagne alors qu'en ville le thermomètre n'est pas descendu au-dessous de 3°. A Montpellier, il y a en outre à tenir compte de la grande inégalité de hauteur : les parties basses de la ville, comme le Jardin des plantes ou le chemin de fer, n'étant pas à 30 mètres au-dessus du niveau de la mer, tandis que l'altitude de la place du Peyrou est 52m.

Comme preuve de ces diverses influences, nous allons donner un tableau comparatif des minima moyens observés cette année, à la Faculté des sciences d'une part, et à l'École normale d'instituteurs, située au faubourg Boutonnet, où l'on fait depuis quelques années des observations météorologiques sous la surveillance de M. le directeur Jullian. Ces deux stations sont l'une et l'autre dans la partie nord de Montpellier; mais la première est sur la colline même qui porte la ville, à l'altitude de 59m,5; la seconde, hors de la ville, à environ 1500m nord-ouest, et à 31m,6 d'altitude seulement, c'est-à-dire 28m plus bas.

Températures minima. — Moyennes mensuelles.

1863	FACULTÉ des Sciences.	ÉCOLE Normale.	1863	FACULTÉ des Sciences.	ÉCOLE Normale.
Janvier....	3,9	2,6	Juillet....	19,3	15,3
Février....	2,8	0,6	Août.....	18,5	16,5
Mars.....	5,7	4,2	Septembre.	13,9	12,0
Avril.....	9,7	7,6	Octobre...	11,9	10,3
Mai......	12,8	11,6	Novembre.	6,6	5,3
Juin......	16,5	14,8	Décembre..	2,8	2,0
			Moyenne de l'année..........	10,4	8,6

Ainsi, en moyenne, nos minima sont de 1°,8 plus élevés que ceux de l'École normale.

Le nombre des jours de gelée a été à l'École normale de 33, savoir: 7 en janvier, 12 en février, 2 en mars, 1 en novembre, et 11 en décembre ; à la Faculté, on en a compté 6 seulement. Mais si l'on relève, dans les tableaux de la Faculté, le nombre des jours où le thermomètre est descendu au-dessous de 1°,8, on en trouve 34. Il y a donc parfait accord entre les observations faites aux deux stations, pourvu que l'on tienne compte de cette différence de deux degrés environ entre les minima de la ville et ceux du dehors.

Si l'on comparait les observations faites au Jardin des plantes, la différence serait encore plus grande : les températures minima y sont en moyenne de trois degrés plus basses qu'à la Faculté des sciences, bien qu'il n'y ait, entre les deux thermomètres, qu'une distance de 450 mètres ; mais la différence de niveau est de 30m, le thermomètre du Jardin étant à l'altitude de 29m,5 et à 1m,50 au-dessus du sol. A l'inverse, les maxima du Jardin des plantes sont plus élevés d'environ 1°. Il en résulte qu'en définitive la température annuelle moyenne du Jardin est d'un degré plus basse que la moyenne de la Faculté. En outre, le climat du Jardin des plantes est plus extrême, puisqu'il y fait plus chaud en été et plus froid en hiver.

État du ciel.—On a compté, dans l'année, 195 jours où le ciel a été beau, 95 nuageux et 75 couverts. — Le nombre des jours où il a plu a été 78.— Cette année a donc été remarquable par la sérénité du ciel, aussi bien que par sa température élevée et par la hauteur exceptionnelle du baromètre.

ANNÉES.	NOMBRE DES JOURS			JOURS de pluie.	PLUIE en millimèt.
	Beaux.	Nuageux.	Couverts.		
1857	161	98	106	92	1247
1858	196	99	70	77	645
1859	175	110	80	73	506
1860	148	128	90	90	1006
1861	189	97	79	68	842
1862	176	110	79	86	1299
1863	195	95	75	78	853
Moyenne.	177	105	83	81	914

C'est ici le lieu de dire que nous comptons comme jours de pluie tous ceux où il a plu, quelque petite que soit la quantité d'eau, pourvu qu'elle ait été appréciable au pluviomètre. Une légère bruine, une averse passagère peut faire donner cette désignation à une journée, quoique l'état du ciel ait été presque toujours serein. Nous suivons en cela l'exemple de Poitevin (*Essai sur le climat de Montpellier*, pag. 113). Il ne faut donc pas considérer nos jours de pluie comme étant absolument pluvieux; et cela explique pourquoi, dans le tableau, le nombre des jours de pluie surpasse quelquefois celui des jours couverts. Le nombre des jours tout à fait pluvieux est notablement inférieur : il a été de 42 cette année.

Cette remarque est essentielle pour la comparaison de nos observations avec celles du Jardin des plantes : M. le Professeur Martins ne compte, en effet, comme jours de pluie, que ceux qui ont donné une quantité d'eau notable au point de vue de l'agriculture, et qu'il nous semble préférable de désigner sous le nom de jours pluvieux. — Quant à la distinction des jours beaux ou nuageux, on comprend qu'elle est assez arbitraire et dépend un peu de l'observateur.

Notre moyenne de 81 jours de pluie par an diffère à peine de celle (82) que Poitevin a conclue de 32 années d'observation. Le plus petit nombre annuel de jours de pluie dans cette période fut 65, le plus grand 111; et la quantité moyenne d'eau $0^{m},765$. Nos sept ans d'observations donnent $0^{m},914$, nombre bien plus considérable; la différence peut tenir en partie aux deux années 1857 et 1862, tout à fait exceptionnelles sous ce rapport.

Pluie. — Le pluviomètre est placé sur le toit de la salle d'observation, à une hauteur de 14^{m} au-dessus de la place de la Canourgue, ou à l'altitude de 63^{m}. Il a la forme d'un entonnoir dont l'ouverture circulaire mesure une surface d'un mètre carré : de là résulte que chaque litre d'eau recueillie correspond à une couche d'un millimètre de hauteur.

La pluie tombée en 1863 représente une épaisseur de $0^{m},833$, par conséquent un peu au-dessous de la moyenne. Il est remarquable que les 3/5 de cette quantité d'eau sont dus à des pluies d'orage.

L'année n'a donc pas été pluvieuse, et elle aurait même été sèche sans les orages de la fin d'août et du mois d'octobre, qui ont fourni à eux seuls plus d'eau que tout le reste de l'année. Le mois de mai, sans donner beaucoup d'eau, avait présenté un grand nombre de jours pluvieux.

Les orages des 25, 27 et 29 août ont donné 133mm d'eau. L'orage du 8 octobre, qui a duré tout le jour, 104mm; et ceux des 27 et 28 octobre, en tout 163mm. Dans ce mois d'octobre il y a eu six orages.

On doit faire pour la pluie la même observation que pour les températures: d'un point à un autre de la ville, la quantité de pluie est quelquefois très-différente; à l'École normale elle a été 0m,882 pendant l'année actuelle. Généralement elle est plus forte dans les quartiers les plus bas. Cette différence entre les quantités d'eau recueillies par des pluviomètres tout pareils mais diversement placés, tient principalement à la direction plus ou moins inclinée des gouttes d'eau dans leur chute, direction que modifient les obstacles ou abris situés aux environs du pluviomètre.

Vent. — Les vents du nord ont été deux fois plus fréquents que les vents du sud; les vents d'est ont soufflé le même nombre de fois que les vents d'ouest.

Hygromètre.— La plus basse indication de l'hygromètre à cheveu a été 35° le 26 avril à quatre heures du soir, le baromètre marquant 759,0, le thermomètre 26,9, et le vent N.-N.-E. fort.

Phénomènes accidentels. — Il est tombé de la neige le 15 janvier, elle a fondu immédiatement. — Il y a eu 14 orages. — On a ressenti une légère secousse de tremblement de terre le 8 décembre, vers quatre heures du matin.

RECHERCHES

SUR LA

SOLUBILITÉ DES MÉLANGES SALINS

Par M. E. DIACON.

La solubilité d'un sel dans de l'eau contenant une autre substance saline est très-différente de sa solubilité dans l'eau pure, et varie avec la nature de cette substance. Ce fait, signalé depuis longtemps, a été observé non-seulement dans les cas où le contact des deux sels peut déterminer la formation de nouveaux composés, mais encore dans ceux où aucune réaction ne saurait être invoquée. Il est donc permis de le considérer comme un simple phénomène de dissolution, et d'espérer que la comparaison des résultats obtenus avec des sels choisis de manière à ce qu'ils soient sans action l'un sur l'autre, pourra conduire à la connaissance des relations qui doivent rattacher la solubilité d'un mélange salin à la solubilité de chacun des sels qui le constituent.

B. Karsten donne, dans son sixième mémoire *sur les combinaisons chimiques des corps* [1], des expériences faites dans ces dernières conditions à une température oscillant entre 18° et 20°. Les résultats obtenus pour les divers couples de sels qu'il a étudiés le conduisent aux conclusions suivantes, qui comprennent les principaux faits connus sur ce sujet : le rapport entre les quantités de deux sels dissous à saturation est constant pour une même température ; l'eau manifeste toujours un plus grand pouvoir dissolvant pour le mélange des deux sels que pour chacun d'eux ; la solubilité des deux sels, comparée à leur solubilité dans l'eau pure, peut présenter, suivant les couples examinés,

[1] *Mémoires de l'Académie de Berlin*, 1840.

une augmentation ou une diminution portant à la fois sur les deux sels ou sur l'un d'eux seulement.

Dans un travail plus récent [1], M. Pfaff a déterminé la solubilité à 0° des sulfates de soude, de magnésie et de cuivre seuls, associés deux à deux ou mélangés ensemble. Une relation que je crus entrevoir entre les nombres donnés par ce physicien, mais qui n'existe plus avec les nombres assez différents que j'ai obtenus depuis, m'engagea à reprendre ses expériences. C'est ainsi que j'ai été conduit à faire sur les trois sels que je viens d'indiquer la série de recherches sur la solubilité des mélanges salins dont les résultats sont réunis dans ce travail.

I.

Appareils. — Toutes les dissolutions ont été obtenues dans l'appareil représenté dans les *figures* 1 et 2. Il se compose d'une cloche en verre A de 5^{cm} de diamètre, sur 13^{cm} de hauteur, qui peut être fermée par un bouchon en liége E, travaillé avec soin et dans lequel est engagé à frottement dur un tube en verre C; ce tube laisse passer la portion rectiligne d'un agitateur B en verre plein, dont la partie inférieure est plusieurs fois recourbée. Enfin, un tube en caoutchouc D réunit le tube à l'agitateur, et, tout en permettant d'imprimer à ce dernier des mouvements de rotation et de va et vient vertical, intercepte toute communication entre l'air de la cloche et l'air extérieur.

Cette disposition a l'avantage de soustraire la surface de la dissolution à l'action de l'air extérieur, et par suite aux variations de température qui en résultent pour ses différentes couches, dès que l'agitation vient à cesser. L'air confiné prenant bientôt en effet la température du bain, la dissolution contenue dans la cloche peut être considérée comme étant environnée de tous côtés par celui-ci, et sa température identique en tous ses points ne dépend plus dès-lors que de celle du milieu dans lequel elle est placée. Elle permet, en outre, au moyen de l'agitateur que guide le tube C, de mélanger bien plus complétement et aussi souvent qu'on le juge convenable la dissolution et le sel en excès, sans changer les conditions de température dans lesquelles ils se trouvent. Enfin, par suite de la forme allongée de l'appareil, la couche de liquide qui surmonte le sel, dès qu'il n'est plus agité, acquiert rapidement une épaisseur suffisante pour qu'il soit facile de ne prendre pour l'analyse que la portion devenue bien limpide.

Un grand nombre d'expériences a eu lieu à 0°, les bains de glace fondante permettant d'opérer, même à de longs intervalles, dans des conditions identiques de température; la *figure* 2 représente la disposition adoptée. La glace bien concassée était placée dans un vase en zinc H, dont le fond percé en I supportait un disque en bois K, présentant un grand nombre de petits trous. L'intervalle M, compris entre ce vase et la caisse L dans laquelle il était contenu, était rempli avec un corps mauvais conducteur; à sa partie infé-

[1] *Ann. der Chem. und Pharm.*, 1856.

rieure, la glace était suffisamment protégée par l'existence des deux chambres I et H, dans lesquelles l'air ne pouvait se renouveler. L'eau provenant de la fusion de la glace pénétrait, par les nombreuses ouvertures du disque K, dans la chambre I, et de celle-ci dans H, d'où elle s'écoulait au dehors par les joints de la caisse.

Dans quelques cas l'eau courante a été employée ; l'appareil recevait alors les modifications suivantes : deux disques en bois très-mince, présentant un même nombre d'ouvertures circulaires symétriquement disposées, étaient fixés à différentes hauteurs dans le vase en zinc, de manière à ce que les ouvertures de ces deux planchettes se correspondissent les unes aux autres dans le sens vertical. Ces ouvertures étaient destinées à recevoir et à maintenir dans une position verticale les tubes à dissolution dont le fond reposait sur le disque K. L'appareil était traversé d'une manière continue par un courant d'eau qui était distribué à la surface de la planchette supérieure par les extrémités symétriquement disposées de plusieurs tubes en caoutchouc, dont la dépense était rendue aussi égale que possible ; ce liquide pénétrait par l'espace annulaire resté libre autour de chaque tube, entre les deux disques ajoutés à l'appareil, et de là entre le disque inférieur et la planchette K, dont les nombreuses ouvertures donnaient un accès facile dans les chambres I et H; après avoir passé sous le vase en zinc relevé par trois cales, l'eau remontait dans l'intervalle circulaire M, laissé dans ce cas complètement libre, et s'écoulait enfin au dehors par des ajutages N placés symétriquement dans les parois latérales de la caisse. Ces ajutages étaient à une hauteur telle, que le niveau de l'eau dans le vase intérieur fût un peu au-dessus de la planchette supérieure, et devaient laisser écouler des quantités à peu près égales de liquide, condition qu'il était facile de remplir en calant convenablement la caisse L. L'égalité de dépense et la disposition symétrique des ouvertures par lesquelles l'eau arrivait et sortait de l'appareil, en assuraient la circulation dans ses diverses parties, qui acquéraient bientôt une température uniforme. Des thermomètres très-sensibles, pénétrant dans le bain par une série de trous ménagés dans les deux nouveaux disques, permettaient de voir en chaque instant s'il en était bien ainsi. Le courant était du reste assez rapide pour que la différence entre les températures indiquées par le même thermomètre, placé alternativement dans le bain et dans la partie circulaire M qui le protége contre le rayonnement des corps ambiants, s'élevât au plus à trois ou quatre cinquantièmes de degré.

Enfin, quelques expériences, dont les résultats obtenus avec les dispositions précédentes me démontrèrent l'utilité, ont été faites avec l'appareil représenté par la *figure* 3. Il se compose d'un bain et d'un régulateur qui permet d'obtenir des températures suffisamment constantes pendant plusieurs heures. Le vase à minces parois métalliques A, qui sert de bain, est fermé par une planchette présentant quatre ouvertures symétriques pour les tubes à dissolution, et au centre de laquelle est fixé un tube de cuivre. Ce tube, dans lequel passe et est maintenue la tige d'un thermomètre très-sensible, sert en même temps de guide et de support à deux viroles, dont l'inférieure, munie de quatre ailettes, est située au-dessous de la planchette. Au moyen de la virole extérieure D, qui est reliée à la virole

inférieure par deux tiges rigides, on peut communiquer à ces ailettes un mouvement alternatif assez rapide pour bien mélanger les diverses couches du liquide. Les parois latérales et inférieures du bain plongent dans un courant gazeux dont la température est rendue sensiblement constante.

Pour obtenir ce résultat j'ai utilisé, en lui faisant subir quelques modifications indispensables, un appareil que nous avions fait construire, M. Chancel et moi, dans le but de pouvoir maintenir un corps, pendant longtemps et presque sans surveillance, à une température à peu près constante, ou qui ne devait pas atteindre une limite donnée. La manière dont il fonctionne est facile à comprendre. Les produits de la combustion d'une lampe à gaz B échauffent, en traversant l'appareil, la branche fermée d'un tube manométrique C, et déterminent, par la dilatation de l'air qu'il renferme, l'ascension du mercure dans la branche extérieure. Quand ce liquide atteint un flotteur terminé par le fil rigide F, qu'une vis de pression permet de fixer à une hauteur convenable à la tige E, la pression exercée par cette tige sur le bras OL devenant plus faible, l'autre extrémité du levier LM, terminée par une plaque bien dressée M, tend en s'abaissant à fermer l'orifice par lequel les gaz chauds entrent dans l'appareil. Une partie de ceux-ci est bientôt forcée de s'échapper par le tuyau N, dont la communication avec la cheminée P assure le tirage, et le mouvement de la plaque M s'arrête lorsqu'il ne pénètre plus dans l'appareil que la quantité de gaz nécessaire pour maintenir constante la température de l'air du tube C, et par conséquent le mercure à un même niveau.

Les changements dans l'intensité de la flamme ou dans les causes de refroidissement, se traduisent immédiatement par des oscillations du levier qui maintiennent la température à peu près constante, une grande variation dans la section de l'orifice d'entrée correspondant à un faible mouvement du mercure. La position relative du flotteur et de la tige E, pour une température donnée, se détermine par tâtonnements, d'après les indications du thermomètre T. Quant à la lampe à gaz, elle était alimentée par un gazomètre à pression constante, et était simplement réglée de manière à donner une quantité de chaleur supérieure à celle qui était nécessaire pour maintenir l'appareil à la température voulue.

Préparation des sels. — Les sels étudiés dans ce travail sont au nombre de trois : le sulfate de soude, le sulfate de magnésie et le sulfate de cuivre. Ils ont été préparés en faisant subir à des sels du commerce, déjà presque purs, de nombreuses cristallisations. A chaque opération, la solution était filtrée chaude et refroidie dans un courant d'eau, pendant qu'une agitation continue empêchait la formation de gros cristaux ; le sel était ensuite placé dans un entonnoir pour faciliter l'écoulement des eaux-mères.

L'intervention d'une chaleur modérée pendant la dessiccation, et surtout la formation des cristaux à des températures assez différentes, devaient influer sur la proportion d'eau de cristallisation contenue dans les diverses parties de la masse cristalline ; il a donc été nécessaire de les bien mélanger pour obtenir un produit homogène. Plusieurs expériences

ont alors donné, pour quantité moyenne de l'eau contenue dans 100 parties de chaque sel, les nombres suivants :

Sulfate de soude...............	55,97
— de magnésie............	50,38
— de cuivre..............	36,16

Ces nombres sont en général un peu inférieurs aux quantités 55,90, 51,22, 36,09, qui seraient exigées par les formules $NaO,SO^3 + 10Aq$; $MgO,SO^3 + 7Aq$; $CuO,SO^3 + 5Aq$.

Méthode expérimentale. — Le bain étant convenablement disposé, on y plaçait une ou deux cloches contenant de l'eau distillée et les tubes à dissolution, qui recevaient immédiatement les quantités pesées des sels mis en expérience. Les tubes étaient plongés assez profondément dans le bain, pour que l'air confiné fût au-dessous de la surface. Environ une heure et demie après, on ajoutait dans chaque tube, avec une pipette graduée, une quantité convenable d'eau distillée, qui pendant ce temps avait pris, ainsi que les sels, la température du bain.

Dès que l'eau avait été ajoutée dans un tube, on ajustait le bouchon avec soin et on agitait vivement. L'agitation était renouvelée toutes les cinq minutes pour chaque tube. Je me suis assuré, par une expérience dans laquelle les sels ont été continuellement agités, qu'une agitation plus fréquente n'avait aucune influence sur les résultats.

Lorsqu'une dissolution devait être enlevée de l'un des tubes, l'agitateur était soulevé hors du liquide et la cloche abandonnée au repos jusqu'à ce que le sel fût bien déposé; le bouchon ayant été enlevé avec précaution, le tube était sorti du bain et une partie du liquide aspirée au moyen d'une pipette bien sèche.

Le volume du liquide qui était retiré de chaque tube à dissolution était ordinairement de 10^{cc} ; dans la plupart des expériences, il était conservé jusqu'au moment de l'analyse dans de petites fioles soigneusement bouchées. Une quantité plus ou moins considérable, suivant les éléments à doser, était alors consacrée à chaque détermination, et, si cela était possible, une portion mise en réserve en cas d'accident. Quand la température à laquelle on avait opéré était supérieure à celle du laboratoire, chaque fiole, pesée d'abord seule, puis avec la dissolution, était pesée de nouveau après l'addition d'une quantité d'eau distillée suffisante pour empêcher la cristallisation. Dans quelques cas, j'ai préféré partager, au sortir du bain, la dissolution en plusieurs parties, qui ont été immédiatement pesées et employées chacune à un dosage différent.

Les dissolutions ne contenant qu'un seul sel ont été analysées de la manière suivante. Pour le sulfate de soude, un poids connu de la dissolution était évaporé au bain-marie et porté ensuite à une température assez élevée pour chasser complètement l'eau de cristallisation. Le sulfate de magnésie a été dosé de la même manière[1]. Quant au sulfate de cui-

[1] Je me suis toujours assuré que ce sel n'avait pas été décomposé, soit par une nouvelle

vre, il a été déduit du poids du sulfate de baryte obtenu en précipitant la dissolution par le chlorure de baryum. Les résultats obtenus ainsi ont été contrôlés dans plusieurs cas : pour le sulfate de soude, par la détermination de l'acide sulfurique ; — pour le sulfate de magnésie, tantôt par le dosage de l'acide sulfurique, tantôt par celui de la magnésie à l'état de pyrophosphate [1] ; — pour le sulfate de cuivre, par la précipitation du cuivre à l'état de sulfure [2].

Pour le mélange de sulfate de magnésie et de sulfate de soude, j'ai déterminé en outre : 1° le poids total des sulfates ; 2° la quantité de magnésie. Le poids des sulfates était obtenu par l'évaporation et la calcination au rouge sombre d'un poids connu de la dissolution ; pour la magnésie, elle était précipitée sous forme de phosphate ammoniaco-magnésien, et pesée à l'état de pyrophosphate. Quand cela était possible, j'ai opéré sur une nouvelle portion de la dissolution, mais dans bien des cas j'ai employé pour ce dosage le résidu de l'évaporation destiné à donner le poids des sulfates.

Dans le cas des sulfates de cuivre et de soude, une quantité pesée de la dissolution était traitée par un courant d'hydrogène sulfuré, le sulfure formé recueilli sur un filtre, et le liquide filtré évaporé au bain-marie dans une petite capsule de platine tarée ; le résidu de l'évaporation donnait la quantité de sulfate de soude contenue primitivement dans la dissolution, aucun principe fixe n'ayant été introduit par les réactifs employés.

Le mélange de sulfate de cuivre et de sulfate de magnésie était analysé en suivant la même marche.

Quand les trois sels étaient en présence, le cuivre était d'abord séparé à l'état de sulfure ; le mélange de sulfate de soude et de sulfate de magnésie contenu dans la liqueur filtrée, était ensuite analysé par la méthode indiquée précédemment.

Dans presque toutes les analyses faites sur les mélanges de plusieurs sels, j'ai dosé, pour servir de contrôle aux autres résultats, la quantité totale d'acide sulfurique contenue dans la dissolution.

---

calcination après addition de quelques gouttes d'acide sulfurique, soit par la solubilité complète du résidu.

[1] Le phosphate ammoniaco-magnésien n'était recueilli que vingt-quatre heures après la précipitation. Le vase était placé dans un endroit *froid*, ainsi que le recommande M. Chancel, qui a montré qu'une température modérée suffit pour déterminer la décomposition de ce sel en phosphate tribasique d'ammoniaque et phosphate tribasique de magnésie.

[2] Il m'a très-bien réussi de faire cette précipitation en faisant passer un courant d'hydrogène sulfuré dans la dissolution faiblement acidulée et bouillante. Le précipité que l'on obtient s'agglomère, se dépose très-vite, n'adhère pas au filtre et, par suite de sa moindre division, a moins de tendance à s'oxyder. Le lavage, qui était fait simplement à l'eau bouillante, est aussi bien plus rapide, l'eau nécessaire pour laver la fiole suffisant le plus souvent pour le rendre complet. Le poids du sulfure était ensuite déterminé par le procédé de M. Rivot.

Afin d'apprécier, pour ce travail, l'influence du mode de dosage, j'ai analysé à la fois plusieurs dissolutions d'un seul sel par les diverses méthodes indiquées plus haut. Pour les dissolutions de sulfate de soude, la quantité d'acide sulfurique donnée par la précipitation par le chlorure de baryum s'est toujours montrée inférieure à celle qui était déduite du sulfate de soude obtenu par évaporation ; la différence s'élève en moyenne à un pour cent du nombre trouvé. Avec le sulfate de cuivre, l'acide sulfurique calculé d'après le poids du sulfate de baryte est aussi inférieur de un pour cent à la quantité exigée par la détermination du cuivre à l'état de sulfure. Le dosage de l'acide sulfurique et le résidu de l'évaporation ont donné pour le sulfate de magnésie des résultats concordants ; mais les déterminations de la magnésie à l'état de pyrophosphate ont conduit à des nombres tantôt plus forts, tantôt plus faibles, de un pour cent environ, que ceux qui se déduisaient pour cet oxide du résidu de l'évaporation. Aussi ce mode de dosage n'a-t-il été employé que dans le cas où il ne pouvait être remplacé par aucun autre.

Il résulte de ces observations que, pour les mélanges de deux sels, l'acide sulfurique déduit du sulfate de baryte doit être toujours plus faible que celui qui est calculé d'après les autres résultats analytiques, et que la différence doit être la plus grande pour le mélange de sulfate de cuivre et de sulfate de soude. C'est en effet ce que confirment les nombreuses analyses des dissolutions contenant plusieurs sels ; la différence n'a changé de sens que dans le cas où, la magnésie ayant été dosée à l'état de pyrophosphate, les résultats présentent plus d'incertitude.

Mes recherches sur la solubilité des mélanges salins ont été poursuivies dans deux directions différentes. Dans les unes, faites à une température invariable, un seul des sels était toujours maintenu à saturation ; dans les autres, exécutées à des températures différentes, la dissolution était à la fois saturée des deux sels. Les premières avaient pour but l'étude des variations apportées dans la solubilité d'un sel par la présence de quantités croissantes d'un autre sel ; elles ont été exécutées à 0°. Dans les secondes, je me suis proposé de déterminer parallèlement les variations produites par le changement de température dans la solubilité des sels considérés seuls ou à l'état de mélange. J'exposerai successivement les résultats donnés par ces deux séries d'expériences.

Expériences à 0°.

Afin d'éliminer autant que possible les erreurs d'expérience, les dissolutions d'un même sel ou d'un même mélange salin étaient répétées, non-seulement le même jour, mais encore à des jours différents. C'est ainsi que la solubilité du sulfate de soude à 0° est déduite de onze déterminations formant quatre séries d'observations. Bien qu'en général elles n'aient pas été aussi multipliées, tous les nombres consignés dans ce travail pour 0° résultent aussi de plusieurs séries d'expériences.

Toutes les dissolutions ont été obtenues en opérant dans un bain de glace fondante.

Les nombreuses expériences qui ont été faites dans ces conditions ont eu pour but d'étudier l'action dissolvante de l'eau : 1° sur chaque sel en particulier ; 2° sur le mélange de deux sels ; 3° sur le même mélange, un seul des deux sels étant en excès ; 4° sur le mélange de trois sels.

1° La solubilité donnée plus loin pour chacun des trois sulfates de soude, de cuivre et de magnésie, est la moyenne de dix ou onze déterminations faites dans des conditions différentes. Le plus souvent l'eau à 0° a été mise en contact avec le sel également à 0°, mais dans quelques cas elle a été remplacée par une dissolution du sel obtenue à une température plus élevée. Le séjour des dissolutions dans le bain a varié depuis deux heures jusqu'à huit heures. Les résultats n'ont été bien concordants que lorsque l'eau et le sel avaient été en contact pendant plus de deux heures.

2° Une série d'expériences a été faite avec chacun des trois mélanges que l'on obtient en réunissant deux à deux les sulfates de soude, de magnésie et de cuivre.

Comme dans tous les cas où plusieurs sels ont été en présence, le mélange, fait d'abord à sec, a été rendu très-intime, immédiatement après l'addition de l'eau, par une vive agitation assez prolongée pour que tout le sel fût mis en suspension. La grande ténuité des cristaux favorisait cette opération, en même temps qu'elle diminuait le temps nécessaire pour la saturation du liquide. Cependant, dans quelques cas, au lieu de mettre les deux sels en contact avec l'eau, on a ajouté le moins soluble dans la dissolution déjà saturée de l'autre sel ; cette manière d'opérer n'a pas eu d'influence sur les résultats. La durée des expériences a varié depuis deux heures jusqu'à neuf heures ; il résulte de la comparaison des nombres obtenus dans ces diverses circonstances, qu'il faut au moins trois heures pour que l'eau soit complètement saturée.

3° Les variations qu'éprouve le pouvoir dissolvant de l'eau, quand un des sels est en quantité insuffisante et l'autre en excès, ont été étudiées pour chacun des trois mélanges ; quatre séries d'observations ont été faites pour chacun d'eux. C'est ainsi que pour le mélange de sulfate de soude et de sulfate de magnésie, par exemple, j'ai déterminé la solubilité du sulfate de soude en présence de deux quantités différentes de sulfate de magnésie et celle de ce dernier sel en présence de deux proportions différentes de sulfate de soude. Les quantités pesées des deux sulfates étaient ordinairement mélangées à sec et placées ensuite dans les tubes à dissolution ; dans quelques cas le sel qui devait être en excès n'était ajouté que lorsque l'autre sel était entièrement dissous. Presque toutes les déterminations résultent d'expériences dont la durée a été prolongée jusqu'à sept heures ou huit heures, quelques-unes ont été cependant obtenues après quatre heures de contact ; la concordance des résultats démontre que ce temps est suffisant pour qu'il y ait saturation.

Je donne, dans les tableaux suivants, la moyenne des résultats fournis par l'analyse des dissolutions dans chaque cas particulier ; ils ont été formés en joignant aux nombres trouvés par le même mélange salin dans les deux derniers groupes d'expériences, les solubilités obtenues dans le premier pour chacun des deux sels qui constituent ce mélange.

Sulfate de soude et sulfate de cuivre. — Les résultats qui se rapportent à ce mélange sont contenus dans le tableau suivant. Les quantités trouvées pour chaque sel dans la même dissolution, sont placées sur la même ligne horizontale ; les quatre premières de ces lignes donnent la solubilité du sulfate de soude pour des quantités croissantes du sulfate de cuivre ; les quatre dernières, la solubilité du sulfate de cuivre en présence de quantités de plus en plus faibles de sulfate de soude ; la quatrième, qui est commune aux deux séries, correspond aux dissolutions obtenues avec un excès des deux sels.

Sulfate de soude.	Sulfate de cuivre.
4,53	0
5,34	6,01
5,73	9,81
6,48	16,67
3,55	15,84
1,98	15,33
0	14,99

Si l'on prend pour abscisses les nombres qui se rapportent au sulfate de cuivre, et pour ordonnées ceux qui sont relatifs au sulfate de soude, on obtient la courbe NRC de la figure 4, formée par deux parties presque rectilignes qui se coupent en R. La ligne NR permet d'apprécier l'action exercée sur la solubilité du sulfate de soude par des quantités croissantes de sulfate de cuivre ; la ligne CR donne celle que fait subir à la solubilité du sulfate de cuivre la présence de quantités variables de sulfate de soude.

Sulfate de cuivre et sulfate de magnésie. — Comme pour le mélange précédent les quantités des deux sels trouvées dans la même dissolution sont placées en regard les unes des autres.

Sulfate de magnésie.	Sulfate de cuivre.
26,37	0
25,91	2,64
25,30	4,73
23,54	9,01
15,67	12,03
8,64	13,61
0	14,99

En prenant pour abscisses les quantités de sulfate de cuivre, et pour ordonnées les quantités correspondantes de sulfate de magnésie, on peut représenter graphiquement l'ensemble de ces résultats par la courbe MQC (*fig.* 4). Elle est aussi formée de deux portions de courbes distinctes : l'une MQ donne les variations de solubilité du sulfate de

magnésie mis en présence de quantités croissantes de sulfate de cuivre ; l'autre QC, celles du sulfate de cuivre en contact avec des quantités de plus en plus faibles de sulfate de magnésie. Q correspond aux dissolutions saturées des deux sels.

Sulfate de magnésie et sulfate de soude. — Les solubilités déduites des expériences sur ce mélange donnent le tableau suivant :

Sulfate de magnésie.	Sulfate de soude.
26,57	0
25,51	1,52
25,43	2,76
25,97	5,21
15,56	5,21
8,72	5,10
0	4,53

De même que pour les mélanges précédents, la courbe MPN (*fig.* 4) donnée par ces résultats n'est pas continue ; elle présente en P un point de rebroussement correspondant aux dissolutions obtenues avec un excès des deux sels. La forme de la portion MP, qui représente l'action exercée sur la solubilité du sulfate de magnésie par des quantités croissantes de sulfate de soude, conduit à ce fait singulier que de faibles proportions de ce sel peuvent avoir une plus grande influence que des quantités plus considérables. Elle indique de plus que l'on peut obtenir le même coefficient de solubilité pour le sulfate de magnésie avec deux proportions différentes de sulfate de soude. La seconde partie PN de la courbe donne les variations de solubilité du sulfate de soude pour des quantités décroissantes de sulfate de magnésie ; elle conduit aussi à cette conclusion que, en présence de deux quantités différentes de sulfate de magnésie convenablement choisies, l'eau peut posséder le même pouvoir dissolvant pour le sulfate de soude.

Quelques expériences ont été faites avec le mélange des trois sulfates de soude, de magnésie et de cuivre ; les résultats obtenus avec le mélange de ces trois sels n'étant pas concordants, je donnerai les solubilités qui se déduisent des analyses de chaque dissolution.

	Sulfate de soude.	Sulfate de magnésie.	Sulfate de cuivre.
1	5,78	17,47	10,85
2	5,91	21,37	8,85
3	5,96	21,04	8,54
4	6,18	17,58	10,17
5	5,99	18,48	8,94

Les résultats précédents oscillent entre deux limites représentées par les numéros 1 et 2 ; ces deux dissolutions ont été obtenues en opérant sur un mélange intime des trois sels,

mais la première est restée huit heures en contact avec les sels en excès, la seconde seulement quatre heures; on devrait en conclure que le n° 1 donne la composition probable de la liqueur à saturation. Pour avoir de nouvelles données à cet égard, j'ai préparé les numéros suivants en dissolvant un des sels dans de l'eau déjà saturée des deux autres sulfates; le dernier sel ajouté est le sulfate de cuivre pour le n° 3, le sulfate de magnésie pour le n° 4, et le sulfate de soude pour le n° 5; après l'addition du sel, le mélange a été agité pendant cinq heures.

Les résultats sont aussi peu concordants que ceux qui sont relatifs aux n[os] 1 et 3. Deux faits sont cependant à signaler: dans toutes les expériences, la quantité de sulfate de soude est à peu près la même, et les différences portent surtout sur les deux autres sulfates, qui paraissent en quelque sorte se remplacer; la composition des n[os] 1 et 3 est presque exactement reproduite par les n[os] 5 et 4, bien que le temps de contact et les conditions de l'expérience soient très-différents; celle du n° 6 est intermédiaire. On serait tenté de penser que les solubilités du sulfate de cuivre et du sulfate de magnésie oscillent entre deux limites également probables; à l'appui de cette manière de voir, on pourrait invoquer ce fait, signalé à propos du mélange des sulfates de soude et de magnésie, que la même solubilité peut être obtenue pour l'un de ces sels avec deux proportions différentes de l'autre. Toutefois, les expériences précédentes ne sont pas assez nombreuses et n'ont pas été prolongées pendant un temps suffisant, pour qu'il soit permis d'en rien induire, même de probable, sur la solubilité du mélange des trois sulfates. Les nombres donnés par M. Pfaff[1] se rapprochent de la composition du n° 3, mais les résultats qu'il a obtenus avec les mélanges de deux sels sont trop différents de ceux qui se déduisent de mes propres expériences, pour que je puisse trouver dans cette coïncidence une indication de quelque valeur.

Les courbes déduites des trois premiers groupes d'expériences ne paraissent avoir aucun caractère commun. Si l'on considère celles qui se rapportent au même mélange, on voit que toutes les deux peuvent tourner leur concavité vers les axes des coordonnées (sulfate de magnésie et sulfate de cuivre) ou être, l'une convexe, l'autre concave vers les mêmes axes (sulfate de magnésie et sulfate de soude). Les mêmes différences existent si l'on prend les courbes de solubilité du même sel en présence de deux sels différents (sulfate de magnésie: 1° en présence du sulfate de soude; 2° en présence du sulfate de cuivre). Enfin, la solubilité peut augmenter d'une manière presque régulière (NR), ou présenter un minimum ou un maximum (MP,NP). Les lois que suivent les variations de solubilité d'un sel, dans de l'eau contenant des quantités croissantes d'un autre sel, paraissent donc changer avec la nature des sels mis en présence.

Si, pour chacune des expériences qui ont été précédemment décrites, on calcule les rapports qui existent entre les équivalents, on obtient le plus souvent des nombres assez

---

[1] Sulfate de soude: 6,830; sulfate de magnésie: 21,319; sulfate de cuivre: 7,160.

simples, mais qui ne m'ont paru présenter aucune relation remarquable. La considération de ces nombres m'a cependant conduit à une expression qui, lorsqu'on repasse des équivalents aux solubilités, donne l'équation suivante :

$$\frac{s}{r} + \frac{s'}{r'} - 1 = \frac{ss'}{\alpha sr' + \beta s'r}$$

α et β sont deux constantes, r représente la solubilité d'un sel dans l'eau pure, et s sa solubilité lorsqu'il est dissous en présence d'une quantité s' d'un autre sel dont la solubilité normale[1] est r'. Cette formule, dont le premier membre peut être regardé comme représentant la variation du pouvoir dissolvant de l'eau, satisfait aux six courbes de la figure 4, lorsqu'on donne à α et β des valeurs convenables.

J'ai recherché si ces équations ne permettaient pas d'obtenir quelque indication sur la solubilité d'un mélange de trois sels ou sur celles des mélanges binaires à d'autres températures. Il ne paraît pas y avoir de relation simple entre les valeurs qu'elles donnent et l'une ou l'autre des limites trouvées pour le mélange de trois sels ; l'abaissement considérable de solubilité qui a lieu surtout avec l'une de ces limites pour le sulfate de magnésie est, en effet, difficile à concilier avec les nombres que l'on peut déduire de ces équations prises trois à trois.

Les deux équations qui se rapportent à un même mélange devant être satisfaites par les mêmes valeurs de s et de s', quand la dissolution est saturée à la fois des deux sels, on peut en déduire chacune de ces quantités en fonction de r, r' et des constantes ; mais, ainsi qu'il était facile de le prévoir, les nouvelles équations ne peuvent, pour des valeurs de r et r' correspondant à une autre température, donner les solubilités trouvées pour le mélange des deux sels qu'autant que les constantes sont considérées comme étant fonctions de r et de r'. Pour déterminer la forme de ces fonctions, il faudrait avoir pour d'autres températures des séries semblables à celle que j'ai faite pour 0°. Malheureusement le grand nombre d'expériences qui sont nécessaires et les faibles différences qui existent entre les résultats analytiques, exigent l'emploi d'un bain dont la température puisse être identiquement reproduite, condition que l'on peut rarement réaliser pour les basses températures, sauf avec la glace fondante.

Il résulte de ce qui précède que la solubilité d'un sel en présence d'un autre sel ne varie pas en général proportionnellement aux quantités de celui-ci. Il ne suffit donc pas de connaître la solubilité normale de deux sels et leurs solubilités conjuguées, pour pouvoir calculer, même approximativement, la solubilité de l'un d'eux dans de l'eau contenant une quantité connue de l'autre sel.

---

[1] Je désignerai par solubilité normale la solubilité que possède un sel lorsqu'il est dissous dans de l'eau ne contenant aucune autre substance saline, et par solubilité conjuguée celle qu'il acquiert lorsqu'il est en présence d'un autre sel également dissous à saturation.

Solubilités à différentes températures.

Le pouvoir dissolvant de l'eau pour chacun des sels étudiés et pour leur mélange deux à deux, a été déterminé à des températures comprises entre 0° et 40°. Les expériences précédentes ont déjà fait connaître la composition moyenne des dissolutions préparées à 0° en présence d'un excès des sels employés; avant de donner les nombres qui se rapportent aux autres températures, j'indiquerai rapidement quelles sont les conditions dans lesquelles j'ai opéré.

Les expériences qui sont relatives à la température la moins élevée ont été faites en plaçant les tubes à dissolution dans un bain d'eau continuellement renouvelée. Pour atteindre ce but, les tubes en caoutchouc de l'appareil précédemment décrit ont été mis en communication avec la fontaine qui dessert le laboratoire de chimie de la Faculté des sciences de Montpellier. La température du bain, déterminée avec un thermomètre dont j'avais vérifié avec soin l'exactitude, a été de 17°,9 et n'a pas varié de 1/25 de degré pendant toute la durée de l'expérience. Les nombres donnés plus loin pour la solubilité de chaque sel et de chaque mélange binaire résultent de plusieurs déterminations, qui ne diffèrent qu'en ce que le temps de contact a varié depuis quatre heures jusqu'à six heures.

Des expériences entièrement semblables ont été faites en employant l'eau de la source thermale de Foncaude. La température du bain a été de 24°,1 et n'a pas présenté plus de variations que dans le cas précédent.

Enfin, plusieurs expériences ont été faites avec l'appareil représenté dans la figure 3, qui avait le grand avantage de permettre d'opérer aux températures que les résultats successivement obtenus paraissaient indiquer comme étant les plus convenables pour la détermination des courbes de solubilité. Elles ont été exécutées à 30, 33, 36 et 40°; le temps de contact de l'eau et des sels a varié de quatre heures à cinq heures.

Afin que les résultats fussent entièrement comparables, j'ai fait le même jour toutes les expériences se rapportant à une même température : il eût été à peu près impossible, en effet, d'opérer deux jours de suite dans des conditions identiques. Le temps nécessaire pour que les dissolutions devinssent limpides était bien plus considérable qu'à 0°; certains tubes, surtout ceux qui contenaient de la magnésie ou une petite quantité de liquide, ont dû être laissés dans le bain pendant une demi-heure après la dernière agitation. La concordance des résultats donnés par des dissolutions qui ont été en contact avec les sels pendant des temps assez différents, démontre que la saturation peut être atteinte en moins de quatre heures de séjour dans le bain. J'exposerai successivement les résultats trouvés pour chaque sel ou pour chaque mélange salin.

Sulfate de soude. — Des expériences ont été faites avec ce sel à 0°, 17°,9, 24°,1 et 33°; la moyenne des résultats obtenus à ces diverses températures donne, pour sa solubilité dans l'eau distillée, les nombres suivants :

0°	4,53
17°,9	16,28
24°,1	25,92
33°	30,81

De ces nombres, les trois premiers sont un peu inférieurs et le dernier supérieur à ceux que l'on déduit, pour les mêmes températures, des résultats donnés par Gay-Lussac[1]; les différences varient de 0,3 à 0,2. Pour le dernier, je ferai remarquer que la dissolution analysée était louche et a dû, par conséquent, donner un résultat trop fort. Le coefficient de solubilité 50,65, trouvé par ce physicien pour 32°,73, paraît être dans le même cas: c'est, en effet, ce que semblent indiquer les résultats qu'il a obtenus pour les températures voisines. Mes expériences me conduisent, par suite, à admettre que les nombres donnés par Gay-Lussac pour la solubilité du sulfate de soude sont trop élevés. Les différences sont cependant assez faibles pour que j'aie cru pouvoir combiner les résultats de mes recherches avec ceux qu'il a obtenus entre 30° et 40°; la courbe NAN' de la figure 5 a été tracée au moyen de ces différentes données[2].

Sulfate de soude en présence du sulfate de cuivre. — Les sept séries d'expériences qui ont été faites avec le mélange des deux sels donnent, pour la solubilité du sulfate de soude en présence d'un excès de sulfate de cuivre, les nombres suivants :

0°	6,48
17°,9	19,14
24°,1	25,09
30°	33,69
33°	34,85
36°	34,37
40°	34,12

En prenant pour abscisses les températures et pour ordonnées les solubilités correspondantes, on obtient (*fig.* 5) la courbe NcN'c, qui présente en *a* un point de rebroussement. Le maximum de solubilité du sulfate de soude est, dans ces circonstances, non-seulement moins considérable que lorsque ce sel est dissous dans l'eau pure, mais encore a lieu à une température notablement inférieure.

---

[1] *Ann. de chim. et de phys.*, 2e série, XI.

[2] J'ai indiqué, dans la *figure* 5, par N la courbe se rapportant au sulfate de soude, par M celle qui est relative au sulfate de magnésie, et par C celle qui concerne le sulfate de cuivre; dans le cas des mélanges, cette lettre est suivie d'une minuscule rappelant le métal existant dans le sulfate qui était contenu dans la même dissolution.

Sulfate de soude en présence du sulfate de magnésie. — Sept séries d'expériences ont été faites avec le mélange de ces deux sels; elles ont donné, pour la solubilité du sulfate de soude en présence d'un excès de magnésie, les résultats suivants:

0°	5,21
17°,9	16,70
24°,1	23,70
30°	29,75
33°	27,82
36°	26,29
40°	24,01

La courbe Nm N'm, à laquelle conduisent les nombres précédents, présente encore un point de rebroussement en *a* (*fig.* 5). Le maximum de solubilité du sulfate de soude est encore plus faible avec le sulfate de magnésie qu'avec le sulfate de cuivre; la température à laquelle il correspond est aussi moins élevée.

Sulfate de cuivre. — Je n'ai fait, pour déterminer la solubilité de ce sel, que trois séries d'expériences correspondant à trois températures différentes; elles donnent les résultats suivants :

0°	14,99
17°,9	20,16
24°,1	22,37

Le nombre correspondant à 0° est peu différent de celui qui est donné par M. Pfaff[1]. Les solubilités indiquées par M. Poggiale[2], pour des températures voisines de celles auxquelles j'ai opéré, sont, au contraire, assez notablement supérieures à celles qui se déduisent de mes expériences.

La figure 5 donne la courbe qui résulte des données précédentes. La solubilité du sulfate de cuivre croissant d'une manière assez régulière, j'ai cru pouvoir la prolonger jusqu'à 40°.

Sulfate de cuivre en présence du sulfate de soude. — Les mêmes expériences qui ont permis de déterminer la solubilité du sulfate de soude en présence du sulfate de cuivre, donnent les nombres suivants pour la solubilité du sulfate de cuivre en présence d'un excès de sulfate de soude :

---

[1] *Ann. der Chem. und Pharm.*; 1856.

[2] Berzelius; *Jahresbericht*, XXIV, 151.

0°	16,67
17°,9	21,41
24°,1	19,02
30°	6,81
33°	6,00
36°	5,91
40°	6,07

En joignant par un trait continu les extrémités des ordonnées correspondant aux solubilités trouvées, on obtient la courbe CnC'n (*fig.* 5), dont la concavité est tournée vers l'axe des températures, et qui présente en β un point singulier. Les faibles différences qui existent entre les trois derniers nombres permettent de confondre la partie de la courbe comprise entre β et C'n avec une droite faiblement inclinée sur l'axe des températures. Le sulfate de cuivre présente donc un minimum de solubilité qui paraît avoir lieu à une température peu différente de celle où le sulfate de soude serait le plus soluble.

Sulfate de cuivre en présence du sulfate de magnésie. — Cinq séries d'expériences ont donné pour la solubilité du sulfate de cuivre en présence du sulfate de magnésie, les résultats suivants :

0°	9,01
17°,9	10,54
24°,1	10,85
33°	11,06
40°	11,24

La courbe CmC'm (*fig.* 5), que l'on obtient avec les nombres précédents, est presque une ligne droite; elle paraît cependant légèrement concave vers l'axe des températures.

Sulfate de magnésie. — La solubilité de ce sel n'a été déterminée qu'à trois températures différentes; les quantités suivantes sont déduites des moyennes des résultats obtenus :

0°	26,37
17°,9	33,28
24°,1	35,98

Le nombre donné par M. Pfaff pour la solubilité de ce sel à 0° est beaucoup plus élevé; celui que l'on déduirait des recherches de Gay-Lussac (il n'a pas opéré à cette température) serait légèrement inférieur. Les résultats obtenus par ce physicien à des températures plus élevées donnent, pour la solubilité du sulfate de magnésie, des nombres plus forts que ceux qui se déduisent de mes expériences.

La courbe donnée par les résultats précédents est désignée Pl. I, fig. 5, par les lettres MM'. Sa forme régulière m'a permis de la prolonger jusqu'à 40°.

Sulfate de magnésie en présence du sulfate de soude. — Les sept séries d'expériences faites avec le mélange de ces deux sels ont donné, pour la solubilité du sulfate de magnésie dissous en présence d'un excès de sulfate de soude, les résultats suivants :

0°	25,97
17°,9	30,41
24°,1	31,01
30°	28,92
33°	24,87
36°	26,39
40°	30,89

Ces différents nombres donnent la courbe MnM'n de la figure 5; elle est concave vers l'axe des températures comme la courbe CnC'n, et présente un point de rebroussement en β. La partie de cette courbe comprise entre β et M'n n'étant donnée que par deux points, la position réelle du point singulier n'est pas suffisamment connue; mais, quelle que soit l'incertitude qui existe à cet égard, il est évident que le minimum de solubilité β du sulfate de magnésie a lieu à une température très-différente de celle à laquelle on observe le maximum de solubilité du sulfate de soude contenu dans la même dissolution.

Sulfate de magnésie en présence du sulfate de cuivre. — Les expériences faites avec le mélange de ces deux sels donnent les nombres suivants pour la solubilité du sulfate de magnésie en présence d'un excès de sulfate de cuivre :

0°	23,54
17°,9	29,58
24°,1	32,05
33°	36,00
40°	38,92

La courbe que l'on obtient avec ces cinq déterminations est indiquée par les lettres McM'c dans la figure 5.

La comparaison des différentes courbes ainsi obtenues, donne lieu aux remarques suivantes :

Avec le mélange de sulfate de cuivre et de sulfate de magnésie, les courbes conjuguées McM'c, CmC'm sont toujours situées au-dessous de leurs courbes normales respectives MM', CC'. Mais il n'en est plus de même avec le mélange de sulfate de magnésie et de sulfate de soude; en effet, si la courbe MnβM'n est toujours au-dessous de la courbe MM', les ordonnées de la courbe NmαN'm sont tantôt plus grandes, tantôt plus petites que celles

de la courbe NAN'; quant au mélange de sulfate de cuivre et de sulfate de soude, les deux courbes conjuguées Cn'bC'n, NcaN'c coupent chacune la courbe normale correspondante. Ainsi, l'ensemble des résultats relatifs à une température quelconque comprise entre 0° et 20° présente les différents cas observés par M. Karsten pour la température à laquelle il a opéré; suivant le mélange, la solubilité est, en effet, augmentée pour les deux sels, pour l'un d'eux seulement, ou diminuée pour tous les deux. Mais l'examen des courbes apprend en outre que la seule variation de la température peut suffire pour rendre les mêmes sels tantôt plus solubles, tantôt moins solubles que s'ils étaient seuls. Ce phénomène pourrait donc être considéré comme dépendant seulement des rapports qui existent entre les solubilités normales des deux sels.

Le pouvoir dissolvant de l'eau pour un mélange, comparé au pouvoir dissolvant que possède à la même température ce liquide pour chacun des sels, varie dans de grandes limites. Les deux courbes conjuguées relatives au mélange des sulfates de soude et de cuivre démontrent, si l'on considère la valeur des coordonnées après 30°, que le pouvoir dissolvant de l'eau n'est pas, comme l'admet M. Karsten, nécessairement augmenté dans le cas du mélange.

La courbe conjuguée du sulfate de magnésie MnαM'n, et celle du sulfate de cuivre Cna C'n présentent, dans leur première partie, leur concavité vers l'axe des températures, et conduisent à ce fait remarquable que la solubilité conjuguée d'un sel peut décroître lorsque la température augmente. Il en résulte que l'eau saturée à 33° avec un mélange des sulfates de soude et de magnésie, ou de sulfates de soude et de cuivre, ne doit laisser déposer à 15° que du sulfate de soude, la quantité de sulfate de magnésie ou de sulfate de cuivre qui se dissout à 33° étant insuffisante pour saturer la dissolution à 15°. Une expérience faite, dans ces conditions de température, avec le mélange des sulfates de cuivre et de soude, m'a donné en effet des cristaux qui, après avoir été séparés des eaux-mères et exprimés entre plusieurs doubles de papier buvard, ont été reconnus pour du sulfate de soude pur.

Si l'on examine les courbes données par les mélanges contenant du sulfate de soude, on voit que le maximum de solubilité présenté à 33° par ce sel existe encore dans ses courbes conjuguées NcaN'c, NmαN'm, mais avec cette circonstance remarquable que la température à laquelle il se produit est inférieure à 33° et diffère pour chaque mélange (31° en présence du sulfate de cuivre, environ 27° en présence du sulfate de magnésie). De plus, les courbes conjuguées CnbC'n, MnβM'n des sels associés au sulfate de soude, présentent aussi un point anguleux indiquant un minimum de solubilité, bien que leurs courbes normales soient régulières. Il paraît singulier que ces minima ne correspondent pas aux maxima des courbes conjuguées du sulfate de soude; mais si le doute est permis avec le mélange des sulfates de soude et de cuivre, il n'est plus possible avec le mélange des sulfates de soude et de magnésie, une différence de plus de 5° existant entre les abscisses des points α et β.

Rien de semblable ne se produit avec le mélange de sulfate de cuivre et de sulfate de

magnésie, dont les solubilités normales croissent d'une manière régulière. Les irrégularités de marche des courbes normales paraissent donc déterminer celles que présentent les courbes conjuguées.

Les courbes conjuguées, considérées dans leurs rapports avec leurs courbes normales respectives, donnent aussi lieu à quelques remarques intéressantes. Les courbes NA et CC′ se coupent vers 21°; les courbes conjuguées Nca, Cnb se coupent aussi à une température peu différente, mais inférieure. La même remarque s'applique aux courbes normales NA, MM′ et à leurs conjuguées Nmα, Mnβ; l'intersection des courbes AN′, MM′ est prochaine, les courbes conjuguées correspondantes αN′m βM′n se coupent déjà dans la figure. Si, au contraire, le point d'intersection des courbes normales est éloigné comme pour MM′, CC′, les courbes conjuguées McM′c, CmC′m ne tendent pas à se couper; les courbes NA et CC′ et leurs conjuguées aN′c et bC′n en donnent un second exemple. On serait conduit à de nouveaux rapprochements, si l'on considérait les rapports de chaque courbe conjuguée avec sa courbe normale. Il semblerait donc que la différence des solubilités normales de deux sels ne peut changer de signe sans entraîner un changement semblable dans la différence de leurs solubilités conjuguées; de même que pour le maximum de solubilité, la température à laquelle a lieu ce changement de signe est moins élevée pour les solubilités conjuguées que pour les solubilités normales.

Il résulte, de ce qui précède, que de nombreux rapports existent entre les courbes conjuguées et les courbes normales des mêmes sels, et que les accidents présentés par celles-ci semblent nécessairement se reproduire dans les courbes conjuguées. Les expériences contenues dans ce travail ne portant que sur les mélanges binaires de sels appartenant à un même genre salin, j'ai dû me borner à signaler les faits nouveaux qui résultent de la comparaison des courbes de solubilité. Des recherches sur d'autres séries de sels sont encore, en effet, nécessaires, avant qu'il soit permis d'en déduire quelque chose de certain sur les relations très-complexes qui rattachent la solubilité des mélanges salins à celle des sels isolés.

SUR

LA SÉPARATION DE L'ALUMINE

D'AVEC LE SESQUIOXYDE DE CHROME,

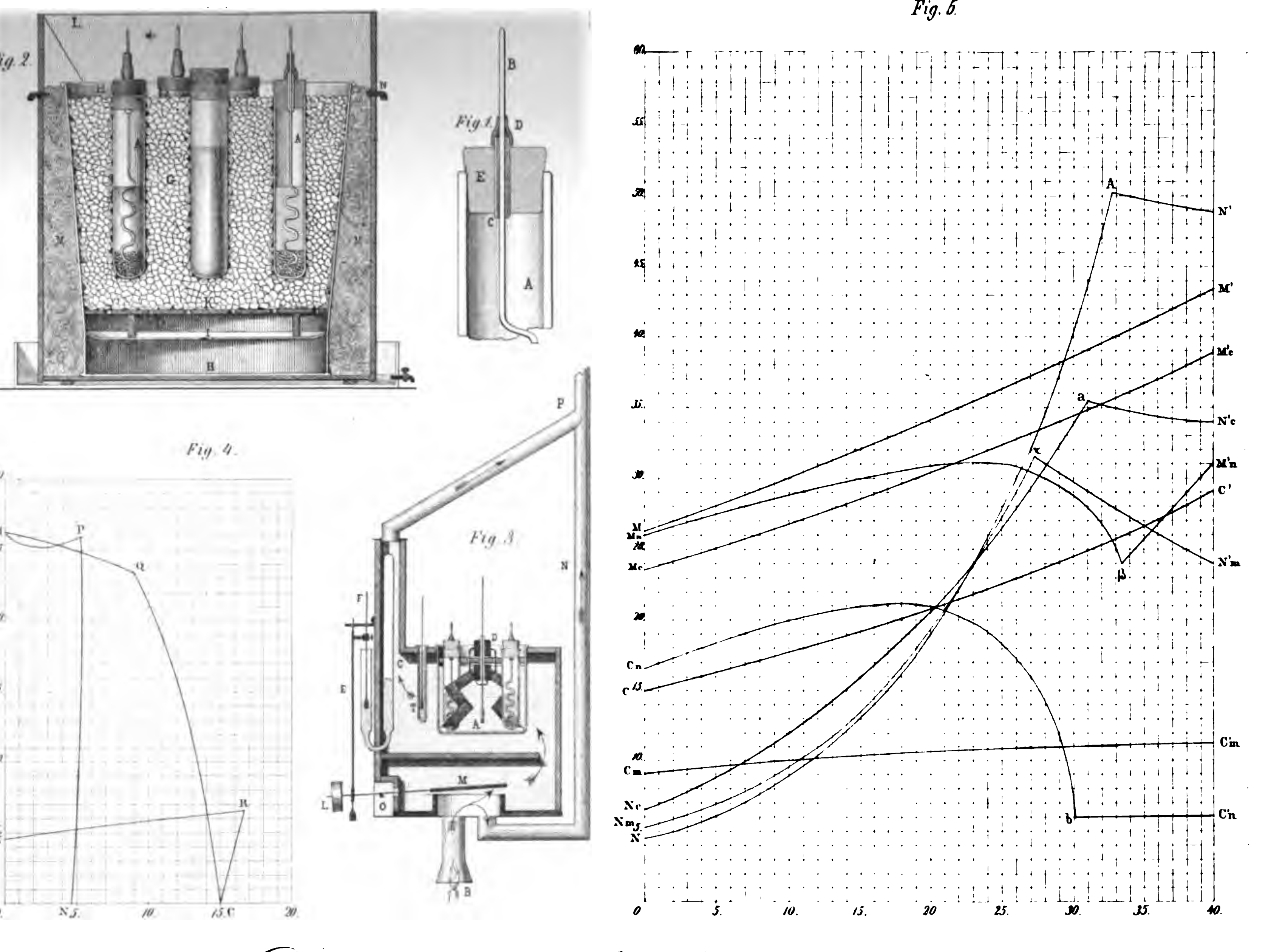
par M. G. CHANCEL.

La marche généralement suivie pour séparer ces deux bases est fondée sur la transformation, par voie sèche, de l'oxyde de chrome en chromate de potasse; dans un grand nombre de cas, il sera avantageux de recourir au procédé suivant, qui permet d'effectuer cette séparation par voie humide.

On commence par ajouter à la liqueur qui contient les deux bases une quantité de potasse caustique suffisante pour que le précipité qui prend d'abord naissance se soit complètement redissous; puis on y verse une solution d'oxyde de plomb dans la potasse (plombate de potasse), jusqu'à ce qu'il ne se produise plus de précipité. Tout le chrome se sépare ainsi en combinaison avec des quantités variables d'oxyde de plomb, mais entièrement exempt d'alumine.

Lorsque le précipité s'est bien rassemblé, on le recueille sur un filtre et on le lave à l'eau bouillante. Comme le plomb chromé ainsi obtenu n'a pas une composition constante, il ne peut pas servir directement pour le dosage du chrome; il faut le reprendre sur le filtre, par de l'acide nitrique dilué, éliminer de la solution le plomb par l'hydrogène sulfuré, puis précipiter les sesquioxyde de chrome par l'ammoniaque, en observant les précautions d'usage.

La liqueur alcaline, séparée du précipité de plomb chromé, contient, indépendamment de l'alumine, le plomb ajouté en excès. Après l'avoir acidifiée, on en élimine le plomb par l'hydrogène sulfuré, et on dose ensuite l'alumine par le procédé ordinaire. Les résultats obtenus sont généralement satisfaisants.



Recherches sur la solubilité des mélanges salins,

par M. DIACON.

Lith. Boehm & Fils Montpellier

LA CAVERNE DE BIZE

ET LES ESPÈCES ANIMALES

Dont les débris y sont associés à ceux de l'Homme;

Par MM. Paul GERVAIS et J. BRINCKMANN.

§ I.

Il existe dans les environs de Narbonne, principalement au nord-ouest de cette ville, plusieurs cavernes à ossements, les unes riches en débris d'animaux d'espèces éteintes, plus particulièrement d'*Ursus spelœus;* les autres renfermant des restes de l'homme, ainsi que des traces de son industrie primitive. Une de ces cavités a acquis dans la science une certaine célébrité, sous le nom de *caverne de Bize,* qu'elle doit au village dont elle est rapprochée ; c'est la plus méridionale des deux grottes appelées dans le pays *grottes des Moulins*.

M. Paul Tournal, savant naturaliste de Narbonne, a été le premier à en signaler l'intérêt. Dans une note publiée en 1827, il établit qu'on y trouve des ossements humains et des débris de poterie associés dans les mêmes sédiments avec les ossements des animaux d'espèces perdues. Voici comment il s'exprime au sujet de cette grotte et de celle qui en est la plus rapprochée : « Elles renferment une grande quantité d'ossements d'Ours des cavernes, de Sangliers, de Chevaux, de Ruminants des genres Cerf et Bœuf[1]. »

---

[1] *Note sur deux cavernes à ossements découvertes à Bize, dans les environs de Narbonne;* (*Ann. sc. nat.*, 1re série, tom. XII, pag. 78.)

Deux ans plus tard, Jules de Christol faisait imprimer sa Notice sur les ossements humains fossiles dans le Gard, et dans cette notice, fruit de ses propres observations, ainsi que de celles de M. Émilien Dumas, il cherchait également à prouver la contemporanéité de l'homme et des grands animaux qui ont laissé leurs débris dans les atterrissements des cavernes. De Christol et M. Dumas s'étaient surtout occupés des grottes de Pondres et de Souvignargues, d'où l'on retire en effet des débris de l'homme mêlés non-seulement à ceux des grands Ours, mais aussi à ceux de l'*Hyæna spelæa*, du *Rhinoceros tichorhinus*, etc. Ces savants avaient été mis sur la voie de leur découverte par le D. Bonaure. Ce fut alors que M. Tournal publia son mémoire ayant pour titre : *Considérations théoriques sur les cavernes à ossements de Bize, près Narbonne (Aude), et sur les ossements humains confondus avec des restes d'animaux appartenant à des espèces perdues*[1]. L'auteur établissait dans ce travail que «les cavernes de Bize, comme celles du Gard, renferment des espèces d'animaux perdus, confondues avec des ossements humains et des poteries.» «Mais, ajoutait-t-il, celles de Bize, ayant été comblées après celles du Gard, offrent une population bien différente et qui a plus d'analogie avec celle de l'époque actuelle.»

Voilà donc, dès cette époque, une distinction d'âge établie par les géologues du Languedoc, entre des cavernes de deux localités renfermant l'une et l'autre des restes de l'homme et de son ancienne industrie, associés à des ossements de grands animaux don les races ont depuis longtemps disparu. M. Tournal, il est vrai, n'établit pas la liste des espèces animales qui ont constitué la population ensevelie à Bize avec l'homme ; mais pour lui, l'*Ursus spelæus* a fait partie de cette population, comme il a fait également partie, d'après de Christol et M. E. Dumas, de celle dont la grotte de Pondres nous a aussi conservé les débris.

Cependant de Christol et Marcel de Serres, qui a fait paraître au sujet des fossiles de Bize un mémoire étendu, nient que l'*Ursus spelæus* ait laissé des restes de son squelette dans cette caverne, et s'ils indiquent à Bize des Mammifères d'espèces éteintes, ce sont des Ruminants du genre Cerf, non encore signalés par les autres naturalistes, et une Antilope qui serait dans le même cas.

---

1 *Ann. sc. nat.*, 1re série, tom. XVIII ; 1829.

Dans son mémoire[1], Marcel de Serres s'est occupé, non-seulement de la description géologique de la caverne de Bize, mais aussi de la détermination des ossements qu'y avaient alors recueillis MM. Tournal et de Christol. Il y parle également de quelques instruments en os ou en bois de Cerf, et il donne la figure d'un fragment de maxillaire supérieur, ainsi que celle d'une extrémité inférieure d'humérus, appartenant évidemment l'un et l'autre à l'espèce humaine.

Quant aux espèces animales, il en établit la liste ainsi qu'il suit:

Deux Chéiroptères : *Vespertilio murinus.* — *Vespertilio auritus.*

Trois Rongeurs : *Lepus timidus.* — *Lepus cuniculus.* — *Mus*, indéterminé[2].

Un Jumenté : *Equus caballus.*

Huit Ruminants: *Cervus Destremii.* — *Cervus Reboulii.* — *Capreolus Leufroyi.* — *Capreolus Tournalii.* — *Antilope Christolii.* — *Capra ægagrus.* — *Bos ferus* ou *Aurochs.* — *Bos,* rapproché du *Taurus.*

Un Porcin: *Sus scropha.*

Cinq Carnivores : *Ursus arctoideus?* — *Mustela putorius.* — *Canis lupus.* — *Canis vulpes.* — *Felis serval.*

En tout vingt espèces de Mammifères dont quelques-unes, telles que le Cheval, le grand Bœuf et les Cerfs, représentées par des ossements très-nombreux

Il y a de même avec ces fossiles des débris d'Oiseaux dont Marcel de Serres s'est également occupé de reconnaître le genre : il a aussi été aidé dans cette recherche par le D. Jeanjean et par Jules de Christol. Ces anatomistes ont pu déterminer avec quelque certitude, parmi les restes d'Oiseaux trouvés à Bize, deux accipitres, peut-être le *Strix otus* et le *Falco nisus*; des Gallinacés de la taille du Faisan commun et de celle de la Perdrix; une espèce comparable au Pigeon, et un palmipède du genre Cygne, très-probablement le Cygne à bec rouge.

---

[1] *Notice sur les cavernes à ossements du département de l'Aude.* In-4°, avec planch. Montpellier, 1839.

[2] Marcel de Serres pense que ce serait l'espèce qu'il a citée à Lunel-Viel sous le nom de *Mus campestris major*, mais celle-ci est une espèce de *Myoxus*.

§ II.

De nouvelles fouilles entreprises par nous à Bize, et l'étude que nous avons pu faire aussi des objets de paléontologie découverts au même lieu par M. Tournal, ainsi que par Marcel de Serres et de Christol, nous ont fourni, au sujet des animaux et des objets travaillés de main d'homme qui sont enfouis dans cette caverne, des documents nouveaux sur lesquels reposent les indications résumées dans le travail qu'on va lire. Parmi ces documents, les uns sont relatifs à la véritable nature des espèces animales enfouies dans cette localité ; les autres se rapportent aux objets travaillés qui leur sont associés.

Le fait capital est la présence du Renne parmi les fossiles enfouis à Bize. Les os de ce Ruminant y sont très-nombreux, souvent cassés par l'homme ou travaillés par lui, et nous avons constaté que c'est à cette espèce de Mammifères, disparue de nos contrées à une époque si éloignée que l'histoire n'en a pas conservé le souvenir, qu'il faut aussi rapporter trois des espèces de Cerfs prétendues distinctes de toutes celles que l'on connaissait, qui sont décrites dans le mémoire de Marcel de Serres. Nous avons en effet vérifié, à l'aide de comparaisons réitérées et sur les pièces mêmes que Marcel de Serres et de Christol ont étudiées, la similitude complète des caractères ostéologiques et dentaires des *Cervus Reboulii*, *Capreolus Leufroyi* et *Capreolus Tournalii*, espèces supposées nouvelles pour la science, avec ceux du Renne, *Cervus Tarandus* des auteurs. Le *Cervus Destremii* n'est pas davantage une espèce différente de celles qui vivent encore de nos jours. Certaines des pièces d'après lesquelles il a été établi sont de Renne ; d'autres proviennent du Cerf.

Quant à l'*Antilope Christolii*, ses caractères permettent aussi de l'assimiler à l'un des animaux qui vivent actuellement en France : c'est un Chamois, peut-être le Chamois ordinaire (*Antilope rupicapra*).

Il résulte de ces rectifications, et de quelques autres dont il sera ultérieurement question dans ce mémoire, que le grand Bœuf, dont les os s'observent dans la grotte de Bize, est le seul des animaux enfouis dans cette loca-

lité avec l'homme, que l'on puisse regarder comme étant d'espèce réellement perdue, et encore ne saurait-on assurer que sa race ne s'est pas mêlée à celles du Bœuf ordinaire.

En effet, ce n'est pas l'Aurochs, c'est-à-dire le Bison européen, que l'on recueille à Bize, comme le croyait Marcel de Serres, mais le *Bos primigenius*, qui, s'il a survécu longtemps à la plupart des grandes espèces perdues dont les restes fossiles caractérisent le diluvium et les sédiments anciens des cavernes, a cependant cessé d'exister, comme espèce à part, depuis un temps considérable. Il est possible cependant qu'il ait vécu à une époque historique.

Cuvier disait, en parlant des crânes du *Bos primigenius*, qui rappellent à tant d'égards le Bœuf domestique, mais qui proviennent d'animaux dépassant de beaucoup nos bœufs en dimensions: « Les crânes semblables à ceux du Bœuf domestique n'ont été trouvés d'une manière authentique que dans des tourbières et d'autres couches très-superficielles; il ne serait pas impossible qu'ils fussent d'une origine plus moderne que les os d'Éléphants et de Rhinocéros, et qu'ils eussent appartenu à l'original de notre Bœuf d'aujourd'hui. »

Cependant le *Bos primigenius*, qui vivait encore alors que l'homme était depuis longtemps établi dans nos contrées européennes, se trouvait déjà sur le même continent aux temps bien plus reculés où l'*Elephas primigenius*, les Rhinocéros, le grand Hippopotame, les espèces anéanties des genres *Ursus*, *Felis* et *Hyæna*, et d'autres espèces encore foulaient le sol de l'Europe; mais il a survécu à ces grands animaux, soit Pachydermes, soit Carnivores. Il n'est donc pas étonnant de trouver le grand Bœuf enfoui dans les mêmes sédiments que l'homme et que le Renne. Les observations faites en Suisse par M. Rutimeyer et celles que l'un de nous a commencées à Saint-Pons, montrent même qu'il a existé dans les parties centrales de l'Europe, longtemps après que le Renne s'en est éloigné.

Les os humains sont fort peu nombreux dans la caverne de Bize, mais leur présence n'y est pas douteuse. Ils y sont associés à des fragments de poterie, ainsi qu'à des instruments en os et en bois de Renne façonnés de main humaine, à des coquilles perforées ayant servi d'ornements et à des silex taillés analogues à ceux que l'on recueille dans tant de localités et sur des points du globe si éloignés les uns des autres. Ce sont là des particu-

larités tout à fait dignes d'attirer l'attention des naturalistes et celle des archéologues, et que nos propres recherches ont mises hors de doute.

M. Tournal n'a pas ignoré la présence de ces silex dans la grotte de Bize, mais il ne paraît pas les avoir reconnus tout d'abord pour des instruments de fabrication humaine, car il les appelle « des fragments de quartz pyromaque à angles très-vifs ».

La caverne de Bize appartient donc à la série de celles qui renferment des débris du Renne cassés ou travaillés de main humaine et des instruments primitifs. C'est ce que l'un de nous a déjà fait remarquer dans un travail d'ensemble relatif aux cavernes du Bas-Languedoc, qui a été adressé à l'Académie des sciences de Paris, en février 1864[1].

---

[1] « *Caverne de Bize.* — M. Marcel de Serres a consacré un long mémoire à la publication des observations faites par M. Tournal, par lui-même et par quelques autres personnes, sur les objets extraits de la grotte de Bize. Il y signale, indépendamment de plusieurs espèces qui, pour la plupart, se retrouvent encore à l'état sauvage dans les environs, une Antilope d'espèce éteinte qu'il appelle *Antilope Christolii*, et quatre espèces de Cerfs qui seraient également anéanties et différentes de celles que les paléontologistes avaient alors décrites. Ce sont les *Cervus Destremii*, *Reboulii*, *Leufroyi* et *Tournalii*. L'Aurochs est également cité par M. de Serres, mais c'est bien sûrement du *Bos primigenius* qu'il a voulu parler. Quant à l'*Ursus spelœus*, il ne le mentionne plus comme l'avait fait M. Tournal. L'humérus, d'ailleurs incomplet, qu'il attribue au genre des Ours, lui paraît être d'Ours arctoïde, et il mériterait peut-être mieux d'être attribué à l'Ours ordinaire, qui a autrefois habité nos montagnes. J'en ai, en effet, reconnu quelques ossements parmi les pièces trouvées à la Tour-de-Farges, près Montpellier, et aux environs d'Alais.

» L'*Antilope Christolii* ne paraît pas différer sensiblement du Chamois, et il faut conclure de sa présence à Bize, non pas à l'ancienne existence dans les environs de cette caverne, c'est-à-dire dans la montagne Noire, d'une espèce différente de celles que nous connaissons dans le monde actuel, mais à la présence, à ces époques reculées, de Chamois dans la même région. C'est ainsi que le Chevreuil a disparu de plusieurs de nos départements du Midi, et il en est de même pour plusieurs autres espèces, les unes anéanties dans toute la France, les autres reléguées dans quelques départements.

» Deux parties inférieures de canons de Chamois, que j'ai sous les yeux, ne comprennent plus que les poulies digitales et une très-courte longueur de la diaphyse. Il est aisé de reconnaître qu'elles ont été brisées violemment et par le fait de l'homme, ce qui s'observe fréquemment pour les os analogues et autres os longs que l'on trouve dans les cavernes où l'homme a eu accès, lorsque ces pièces proviennent d'animaux ayant vécu à la même époque que lui. L'homme primitif, en effet, cassait les os longs, qui sont remplis de moelle, pour en retirer cette substance.

Toutes les espèces de Mammifères enfouies à Bize dans les conditions d'association que nous venons de rappeler, ne présentent pas le même degré d'intérêt, et il en est plusieurs de celles dont a parlé Marcel de Serres, sur

---

» J'ai aussi de Bize l'extrémité digitale, semblablement brisée, d'un canon postérieur de grand Bœuf, évidemment du *Bos primigenius*, et quelques autres extrémités d'os longs du même animal, séparées de leur diaphyse ou partie moyenne par fracture violente. L'homme a évidemment opéré cette fracture, et il ne peut l'avoir fait que dans le but que nous venons de rappeler.

» Quant aux Cerfs propres à la caverne de Bize, il me serait difficile d'en établir la synonymie en rapport avec celle des autres espèces connues dans cette famille. Je n'ai pu voir encore qu'une ou deux des pièces d'après lesquelles ils ont été décrits, et l'histoire de nos Cervidés fossiles est trop embrouillée pour qu'on puisse procéder sûrement à cette détermination. Force est donc de recourir aux figures données par M. Marcel de Serres de quelques-uns des débris qu'il signale à Bize, ou aux pièces découvertes récemment. En tenant compte de ces deux sortes d'indications, je reconnais, à n'en pouvoir douter, que la majorité des ossements et des dents de Bize, attribués à des Cerfs d'espèces éteintes et nommées comme il a été dit plus haut, se rapporte au *Renne;* mais avec cette différence qu'au lieu que les os longs soient entiers, comme dans certaines cavernes, à Brengues par exemple, où l'homme n'habitait pas, ils ont été fracturés. On en doit conclure que si l'homme n'a pas tenu ces animaux en domesticité, il a certainement profité de leurs dépouilles. Une dizaine des os que je possède sont des extrémités inférieures de canons brisés d'une façon qui rappelle les os de Chamois et de grands Bœufs dont il a déjà été parlé.

» Peut-être paraîtra-t-il superflu d'ajouter que la caverne de Bize renferme aussi des débris de poteries primitives, des silex taillés en forme de couteau et des instruments fabriqués avec des bois de Cerfs ou de Rennes, avec des os, etc., etc. Voici comment je me suis procuré des échantillons de silex taillés recueillis à Bize :

» Deux jeunes gens instruits, MM. Brinckmann et Julien, qui suivaient mes cours, ayant voulu entreprendre en 1860 une petite excursion aux environs de Narbonne, excursion dans laquelle il me fut impossible de les accompagner, je les engageai à fouiller la grotte des Bize et à y chercher des couteaux de silex, jugeant que la présence d'ossements brisés dans cet endroit devait y faire également supposer celle des couteaux primitifs. M. Tournal d'ailleurs, en avait trouvé lors de la publication de sa première Notice, mais sans reconnaître leur véritable signification Il en parle dans son travail, après avoir signalé les cailloux roulés, qui sont cependant très-rares, en les appelant des fragments de quartz pyromaque à angles très-vifs. Ils sont très-nombreux par endroits et leurs formes sont assez diverses, mais leurs dimensions sont moyennes ou même petites. M. Brinckmann, qui est devenu un naturaliste habile, en a parlé en 1861 dans une courte Note insérée dans un journal de mélanges qui paraissait alors à Hambourg, sous le titre de *Braga*. »

P. Gervais, *Remarques sur l'ancienneté de l'homme tirées de l'observation des cavernes à ossements du Bas-Languedoc*; (*Comptes-rendus hebd. Ac. sc.*, tom. LVIII, pag. 230).

lesquelles nous ne nous arrêterons pas. Telles sont plus particulièrement les Chauves-Souris, animaux dont les cavernes sont l'habitation la plus ordinaire et dont les débris se mêlent chaque jour dans ces cavités à ceux des espèces que les eaux ou l'action de l'homme y ont autrefois apportées. Tels sont aussi le Putois (*Mustela putorius*), le Loup[1] (*Canis lupus*), le Renard (*Canis vulpes*), le Lièvre (*Lepus timidus*) et le Lapin (*Lepus cuniculus*). Nous n'avons d'ailleurs reçu de Bize aucun os travaillé provenant de ces différentes sortes de quadrupèdes.

Nous n'avons non plus réuni, au sujet du *Sus scropha*, aucun document nouveau nous permettant de décider si les rares individus enfouis à Bize étaient de race sauvage ou domestique, et, dans ce dernier cas, s'il serait possible de les assimiler aux Cochons signalés en Suisse par M. Rutimeyer.

Le *Felis serval* de Bize, qu'il conviendrait plutôt d'appeler *Felis servaloides*, ne nous a pas non plus fourni de nouveaux débris; mais il a été retrouvé par l'un de nous parmi les nombreux ossements composant les brèches du parc de Lavalette, près Montpellier, et parmi ceux que M. le docteur Delmas a trouvés dans les brèches de Castries (Hérault).

C'est donc sur quelques espèces seulement que porteront nos remarques; mais comme ces espèces sont le *Cheval*, le *Chamois*, le *Bos primigenius*, le *grand Bouc* rapporté à l'Ægagre par Marcel de Serres, et le *Renne*, elles paraîtront peut-être dignes de fixer l'attention des personnes qui s'intéressent aux questions relatives aux premiers habitants humains de nos contrées. Nous y ajouterons quelques remarques sur les coquilles marines enfouies dans le même gisement et sur les instruments en os, en bois de Renne ou en pierre, qu'on trouve mêlés aux restes de ces animaux et à l'homme.

La constatation de ce fait que les *Cervus Reboulii*, *Leufroyi* et *Tournalii* de Bize, décrits par Marcel de Serres, et même en partie son *Cervus Destremii*, ne sont que des doubles emplois du *Cervus Tarandus*, c'est-à-dire du Renne, nous conduit à rapporter aussi au Renne les Cerfs signalés par le même auteur dans d'autres cavernes à ossements, sous les noms qui viennent

[1] On conserve un beau fragment d'un maxillaire inférieur de cette espèce au musée de Narbonne.

d'être rappelés ici. Il indique, par exemple, le *Cervus Reboulii*, ainsi que les *Cervus Tournalii* et *Leufroyi* dans les cavernes de Sallèles et de Saint-Nazaire (Aude), situées, comme celles de Bize, dans l'arrondissement de Narbonne, et nous avons en effet, de la première de ces localités, des os de Renne fracturés de la même manière que ceux de Bize; ils font partie de la collection de Christol. Marcel de Serres cite également, dans la caverne d'Argou (Pyrénées-Orientales), les *Cervus Tournalii* et *Reboulii*. A la vérité, il les donne aussi à la caverne de Mialet (Gard); et pourtant la belle collection d'ossements recueillis dans cette dernière localité, que possède la Faculté des sciences de Montpellier, ne renferme certainement aucun ossement de Renne.

Bize, Sallèles, etc., ne sont pas les seules cavernes où les os fracturés des Rennes aient été observés avec certitude. Il s'en rencontre à Bruniquel (Tarn-et-Garonne), à Lourdes (Hautes-Pyrénées), dans la grotte des Espeluges (Hautes-Pyrénées), dans celle d'Espalungne (Basses-Pyrénées), dans celle des Eyzies et ailleurs, aux environs de Sarlat (Dordogne), dans celle de Savigné (Vienne); c'est ce qu'ont dernièrement constaté MM. Lartet, Christy et Garrigou [1], ainsi que plusieurs autres observateurs [2].

La présence des débris du Renne est donc bien constatée dans le midi de la France, et le nombre des individus de cette espèce que l'homme y a abattus, il est vrai à une époque encore indéterminée mais fort ancienne, a dû être considérable, puisque dans certaines grottes les ossements de cette espèce indiquent des sujets très-nombreux et aussi différents les uns des autres par leur taille que par leur âge ou la forme de leurs bois. C'est en particulier ce que nous avons pu constater pour la grotte de Bize.

On sait qu'il a aussi vécu des Rennes en Auvergne; et bien avant les travaux dont cette espèce de Mammifères vient d'être l'objet, Bravard et M. Pomel avaient cité le même animal parmi ceux regardés comme dilu-

---

[1] Voir les *Comptes-rendus de l'Académie des sciences de Paris*, pour 1863 et 1864.

[2] D'autres gisements français du Renne sont les suivants : brèches de Montmorency et environs d'Étampes (Seine-et-Oise); caverne d'Aldène, près Cesseras (Hérault); caverne de Balot, près Châtillon-sur-Seine (Côte-d'Or); caverne de Brengues (Lot); atterrissements des environs d'Issoire (Puy-du-Dôme); tranchée de Tullin, près Grenoble (Isère). Dans plusieurs d'entre eux, les os de ce mammifère n'ont pas subi l'action de l'homme.

viens, qui sont enfouis dans les sédiments supérieurs de cette partie de la France[1]. Nous pourrions ajouter que des observations analogues viennent d'être faites dans d'autres parties de l'Europe centrale : en Angleterre, en Belgique et en Allemagne. Les *Kjœkkenmœddingers* du Danemark renferment également un grand nombre d'ossements concassés du Renne, et il en a aussi été trouvé en Suisse, par M. Taillefer, dans une caverne située au-dessus du pas de l'Échelle, près Genève. Mais cette espèce manque à la faune des habitations lacustres du même pays, à celle des tourbières et aux sédiments des cavernes qui sont contemporaines de ces dernières.

Comment expliquer la présence, dans nos contrées, de ces débris fragmentés d'un grand quadrupède dont l'espèce ne vit plus aujourd'hui que dans les régions les plus septentrionales : *in partibus aquilonis, versus polum antarcticum et etiam in partibus Norwegiæ et Sueviæ,* comme le disait déjà Albert-le-Grand, mort en 1280? Faut-il y voir des animaux enfouis en même temps que les grandes espèces aujourd'hui anéanties dont le diluvium et les cavernes recèlent les ossements? En d'autres termes, les squelettes de Rennes fracturés de main d'homme, que les localités citées plus haut nous fournissent, sont-ils aussi anciens que ceux trouvés par M. Delpont ou M. Puel dans la caverne de Brengues (département du Lot), où ils sont mêlés au *Rhinoceros tichorhinus* et au *Cervus megaceros*[2]; et la preuve que l'homme en a été le contemporain, suffit-elle pour assigner à notre espèce la même antiquité qu'aux grands mammifères éteints? Seraient-ce au contraire les débris de ces Rennes que, au dire de Buffon, Gaston

---

[1] « Enfin, nous terminerons en rappelant que ces atterrissements renferment des bois de Rennes qui semblent avoir été travaillés par la main des hommes, et qu'on trouve parfois avec eux des silex cultriformes, mais jamais de poteries, même les plus grossières, et pas certainement encore des débris humains enfouis avec eux. » (Pomel, *Bull. Soc. géol.*, 1844, pag. 535.)

[2] Cuvier disait au sujet du Renne de Brengues : « Mais comment admettre que le Renne, aujourd'hui confiné dans les climats glacés du Nord, ait vécu en identité spécifique dans les mêmes climats que le Rhinocéros? Car il ne faut pas douter qu'il n'ait été enseveli avec lui à Brengues. Ses os y étaient pêle et mêle avec ceux de ce grand quadrupède, enveloppés de la même terre rouge et revêtus en partie de la même stalactite. » (*Oss. foss.* tom. IV, pag. 94.)

Phœbus[1] aurait chassés dans les Pyrénées, sous le nom de *Rangiers?* Mais Cuvier a vérifié sur le manuscrit offert par Gaston lui-même à Messire Philippe de France[2], duc de Bourgogne et quatrième fils du roi Jean, que les Rennes dont parle Phœbus, cet infatigable chasseur les avait vus en Norwége et en Suède, et Phœbus, dans cet écrit, assure qu'il n'y en a pas en pays romain, c'est-à-dire dans nos contrées[3].

Ni l'une ni l'autre de ces deux opinions extrêmes ne saurait donc être acceptée. A l'époque où vivaient à Bize et dans les autres localités citées plus haut, tant de Rennes dont les ossements sont restés dans le sol des cavernes après avoir été concassés, les grands animaux diluviens avaient disparu de nos contrées, probablement détruits par l'immense extension des phénomènes glaciaires. Aussi ne recueille-t-on pas leurs débris à Bize, les assises à ossements de Rennes fracturés étant plus récentes que celles qui remontent réellement au diluvium. On se tromperait donc étrangement si l'on voulait regarder ces Rennes comme ayant été contemporains des époques dont l'histoire telle que nos connaissances actuelles l'ont formulée, nous donne la description, et il n'est pas davantage présumable qu'ils remontent aux premiers âges quaternaires. Les temps où vivaient ces animaux sont antérieurs à ceux où les Romains, et sans doute aussi les Phocéens et même les Phéniciens, se sont montrés sur la terre des Celtes, et il se pourrait que des peuples venus du Nord, des Lapons, peut-être des Finnois, eussent conduit dans nos régions des troupeaux de Rennes dont les dépouilles osseuses, conservées dans le sol, sont devenues, pour la science, de précieux documents intéressant non-seulement l'histoire naturelle, mais aussi l'histoire proprement dite. Leur étude peut contribuer à étendre les horizons que cette dernière a jusqu'ici embrassés.

Les Finnois, qui ont survécu à leur propre puissance, forment une petite famille de peuples blancs appartenant au rameau scythique, et par conséquent supérieurs aux Lapons. Ils s'étendent de nos jours sur les deux côtés

---

[1] Gaston III, comte de Foy et seigneur du Béarn, mort en 1390.

[2] Plus connu sous le nom de Philippe-le-Hardi, et qui mourut en 1404.

[3] Le manuscrit porte : « J'en ay veu en Nourvegue et Xuedene et en ha oultre mer, mes en Romain pays en ay je peu vus. »

de l'Oural, depuis la Baltique jusqu'à l'est de l'Oby[1]. On s'accorde à les considérer comme étant les descendants de hordes autrefois plus nombreuses et plus puissantes, qui ont été refoulées ou conquises par les Mongols, les Turcs et les Slaves. Au cinquième siècle de l'ère actuelle, ils étaient encore indépendants, et l'on a même dit, mais à tort, qu'Attila était un des leurs. C'est là, du reste, un point sans intérêt dans la question qui nous occupe, puisque les conquêtes de ces tribus septentrionales dans le midi de l'Europe, et leur apparition possible jusque sur les bords de la Méditerranée, où ils auraient conduit ou utilisé le Renne, seraient antérieures aux plus anciens documents historiques. Bien avant de lutter contre les Mongols, les Turcs et les Slaves, ils auraient dû reculer devant la civilisation naissante des Celtes.

Il n'est pas inutile de rappeler ici qu'il résulte des travaux de M. Dietrich, de Marbourg, que les Finnois ne possédaient, avant l'arrivée des tribus germaniques en Europe, que le Cheval et le Renne, et que, d'après le même auteur, la Chèvre, le Mouton et même le Bœuf, sans doute le vrai Bœuf ou *Bos taurus*, leur auraient été apportés par les Scandinaves.

Mais ce ne sont là que des suppositions, et l'origine de nos animaux domestiques se perd encore dans la nuit des temps, comme celle de la plupart des populations elles-mêmes dont le centre de l'Europe est aujourd'hui couvert; on n'a pas établi davantage les caractères des populations qui se sont succédé sur le sol que nous habitons, ni, dans la plupart des cas, leur filiation respective.

L'éthnographie et la zoologie sont appelées à résoudre ces curieux problèmes; mais les indications qui leur restent à recueillir sont si nombreuses, les découvertes qu'elles ont à faire sont si diverses et encore si peu prévues, qu'on ne saurait, dans l'état actuel de la science, procéder avec trop de prudence au milieu de ces difficiles questions. L'histoire seule du *Bos primigenius* ou celle du *Capra primigenia*, et la notion de leurs rapports avec les races actuelles ou des différences qui les en séparent, sont de nouvelles preuves de la complexité de ces problèmes; et ceux que soulève l'étude des premières luttes de l'homme contre la nature ou de ses premières conquêtes sur le monde vivant, sont infiniment plus difficiles à résoudre.

---

[1] Voir d'Omalius d'Halloy, *Des races humaines*.

§ III.

Nous parlerons d'abord des Mammifères dont certaines espèces, plus particulièrement le Cheval, le grand Bœuf et le Renne, ont laissé dans les sédiments terreux de la caverne de Bize de si nombreux ossements, mêlés à ceux de l'homme et aux traces de son industrie.

EQUUS CABALLUS.

Equus caballus, Marcel de Serres, *Cav. de l'Aude*, pag. 40, *pl.* I, *fig.* 1, 3 et 5.

Le Cheval est, après le Renne, l'animal qui a laissé le plus grand nombre de débris dans la grotte à ossements qui nous occupe. Nous en avons des dents pour la plupart isolées, un fragment considérable de maxillaire inférieur et divers os des membres, particulièrement des phalanges, canons et astragales. Les canons ne sont pas fracturés, et le bord inférieur du maxillaire qui vient d'être signalé est également resté intact.

A en juger par les troisièmes phalanges, on pourrait supposer la présence à Bize de deux races de Chevaux, l'une ayant cette phalange plus élevée et le pied plus haut, — Marcel de Serres l'a comparée aux races actuelles qui vivent dans les lieux arides et escarpés; — l'autre ayant la même phalange plus large et plus plate, ce qui la rapprocherait des Chevaux propres aux lieux marécageux et humides.

BOS PRIMIGENIUS.

Bœuf aurochs (*Bos ferus*), Marcel de Serres, *Cav. de l'Aude,* pag. 90, *pl.* 5, *fig.* 3.

Ainsi que lui et ses collaborateurs l'avaient fait pour les ossements de grands Bœufs extraits de la caverne de Lunel-Viel, Marcel de Serres appelle Aurochs (*Bos ferus*) les bœufs également de grande taille et sans doute spécifiquement identiques avec les précédents, dont on recueille des débris à Bize. Nous croyons qu'il faut les attribuer les uns et les autres au *Bos primigenius*[1] de Bojanus, c'est-à-dire au Bœuf dont Cuvier a parlé

---

[1] Voir P. Gervais, *Zool. et Paléont. franç.*, pag. 131.

comme constituant une espèce comparable au *Bos taurus*, mais de bien plus grande dimension.

Marcel de Serres en cite à Bize :

1° Un fragment de maxillaire supérieur portant encore les quatrième et cinquième molaires : cette pièce a appartenu à un sujet encore jeune ;

2° Plusieurs molaires supérieures isolées ;

3° La branche droite d'un maxillaire inférieur portant les deuxième à sixième molaires.

La sixième mesure, dit-il, 55mm. Cette pièce paraît être une de celles que nous avons observées dans la collection de Christol ; cependant la sixième dent de celle que nous considérons comme identique n'a que 0m,050, mesure prise au collet ;

4° Quelques molaires inférieures isolées ;

5° Divers os des extrémités, la plupart mutilés ; l'auteur en donne néanmoins les dimensions, ce qui ne laisse aucun doute sur la grande taille des individus dont ils proviennent.

Parmi les pièces qui sont sous nos yeux, nous citerons deux maxillaires inférieurs du côté droit, dont l'un, pourvu des deuxième à sixième molaires, est indiqué plus haut. L'autre porte ses molaires en place, occupant ensemble une longueur égale à 0m,16. La sixième dent mesure 48mm de longueur au collet[1]. Cet os, qui appartient à la Faculté des sciences, était appliqué contre un maxillaire inférieur de Cheval, et retenu dans la même gangue, avec ce dernier, fait qui ne peut laisser aucun doute sur l'enfouissement simultané, à Bize, des deux espèces dont ces pièces proviennent. Il y a toutefois cette différence entre les deux os maxillaires inférieurs dont nous parlons, que celui du *Bos primigenius* a eu sa table osseuse fracturée sur le frais, sans doute par la main d'homme, ce qui est aussi le cas pour l'autre demi-mâchoire citée plus haut, mais que cela n'a pas eu lieu pour les os du Cheval. Il ne reste, en effet, de nos deux maxillaires de grand Bœuf, que l'arcade dentaire et la partie osseuse la plus voisine des dents ; celui du Cheval est entier

---

[1] Voici les dimensions des six dents en place sur ce maxillaire inférieur.

1re : 13mm de longueur sur 9mm,5 de large. — 2e : 19 sur 13. — 3e : 25 sur 16. — 4e : 27. — 5e : 32. — 6e : 48.

sous ce rapport, et par conséquent sa partie la plus rapprochée du bord inférieur n'a pas été utilisée. On a trouvé ailleurs, dans des conditions d'enfouissement identiques avec celles de Bize, des os du Cheval, évidemment brisés par l'homme.

Les os du *Bos primigenius* de Bize, ceux du moins qui pouvaient servir à faire des instruments ou fournir de la moelle, présentent presque tous des traces de fracture violente. Tel est en particulier le cas d'un radius et aussi celui d'un canon antérieur, dont nous avons également observé les portions inférieures, appartenant l'une et l'autre à la collection de Christol ; à part leur état fracturé, ces pièces sont d'ailleurs tout à fait comparables avec les parties correspondantes du *Bos primigenius* de Lunel-Viel, et elles en présentent les principaux caractères.

Il résulte des détails que nous venons de donner, que les habitants humains de la caverne de Lunel-Viel ont été contemporains du *Bos primigenius,* et qu'ils ont tiré parti de cette grande espèce de Ruminants.

On sait que le *Bos primigenius* existait encore dans nos régions, à l'époque, moins ancienne que celle caractérisée par les os brisés du Renne, où ont été déposés les atterrissements renfermant des os travaillés et des instruments en silex, des habitations lacustres de la Suisse. Les travaux de M. Rutimeyer ne laissent aucun doute à cet égard. L'un de nous a également signalé le grand Bœuf dans la grotte du Pontil, près Saint-Pons, dont le remplissage, sous ce rapport du moins, est postérieur à l'existence du Renne dans nos régions[1].

BOS TAURUS.

Le Bœuf ordinaire a aussi été indiqué à Bize, et nous pouvons citer comme lui appartenant probablement une extrémité supérieure de radius fracturée qui provient de ce gisement. Il y a d'ailleurs des ossements d'un Bœuf de médiocre dimension dans plusieurs de nos cavernes du Bas-Languedoc.

---

[1] Une des pièces appartenant au *Bos primigenius*, que les fouilles faites par nos soins à Saint-Pons, nous ont procurées, est la moitié supérieure d'un métacarpien de cette espèce, taillé en coin, et qui paraît avoir servi de polissoir dans la préparation des peaux. Nous publierons la figure en même temps que celle de beaucoup d'instruments en os provenant du même lieu, que nous possédons également. (P. G.)

CAPRA.

Capra ægagrus (*partim?*), Marcel de Serres, *Cav. de l'Aude*, p. 88, *pl.* IV, *fig.* 6 et 7. — *Capra primigenia*, P. Gervais, *Compt.-rend. hebd.*, tom. LVIII, pag. 256 (*partim?*).

Voici comment l'un de nous parlait, dans le travail qui vient d'être cité, de la grande race de Chèvres dont on trouve des ossements à Laroque, près Ganges (Hérault), et dans d'autres cavernes habitées par l'homme aux époques reculées dont les paléontologistes s'occupent de nos jours avec tant d'ardeur. « Ce prétendu Bouquetin de Laroque aurait plus d'analogie, d'après les pièces très-peu nombreuses et très- mutilées que M. Boutin m'en a remises, avec les Chèvres ; mais ses pieds sont encore plus forts que ceux de ces animaux, et il était lui-même de beaucoup plus grande taille. C'est sans doute le même animal que Marcel de Serres a indiqué à Bize sous le nom de d'*Égagre*, et celui dont M. Forel parle comme d'un Mouton supérieur aux nôtres en dimension, dans sa *Notice sur les cavernes à silex taillés de Menton*, qui sont peu éloignées de Nice.

» Assurer que c'est bien l'Égagre, serait aller au-delà de ce que l'observation autorise encore ; mais il est évident que ces quelques débris osseux mutilés par les anciens habitants de notre pays indiquent un animal assez rapproché des Chèvres et des Bouquetins, quoique plus grand et plus trapu. On pourrait s'en faire une idée en supposant une Chèvre qui dépasserait en dimensions les Chèvres actuelles, à peu près comme le *Bos primigenius* dépassait nos Bœufs domestiques. Pour ne rien préjuger au sujet de ses rapports avec l'Égagre, je l'appellerai *Capra primigenia.*

» A quelle époque cette race ou espèce a-t-elle disparu, et quels étaient ses véritables caractères ? Voilà un nouveau problème à résoudre pour les personnes qui s'adonnent à cette partie intéressante de la paléontologie si voisine de l'archéologie. »

Marcel de Serres cite des Chèvres à Gondenaus (Doubs), où elles sont, dit-il, mêlées à des débris d'*Ursus spelæus;* il en indique aussi dans la caverne d'Argou (Pyrénées-Orientales). Les débris qu'il en décrit comme venant de Bize sont une branche du maxillaire inférieur et un métatarsien. La nature

caprine du maxillaire inférieur qu'il représente ne saurait être mise en doute, et l'on peut y constater la grande longueur du fut des arrière-molaires, dont une est précisément figurée par notre auteur. Ce caractère se remarque aussi sur les grandes Chèvres de Laroque et de Menton. Nous avons retrouvé dans la collection de Christol la pièce originale de la figure dont il vient d'être question; mais la cinquième dent, ainsi que la partie correspondante du maxillaire, en a été séparée et perdue. Le bord inférieur de l'os dont nous parlons a été brisé et enlevé avant l'enfouissement, absolument comme ceux des deux maxillaires du grand Bœuf dont nous avons déjà parlé, ou ceux du Renne dont il sera question plus loin.

Une autre portion de maxillaire inférieur de Chèvre est inscrite dans la même collection de Christol comme recueillie à Bize, mais elle n'a pas la couleur caractéristique des fossiles de cette caverne, et nous n'en parlerons pas. Quoiqu'elle ne soit pas entière, son bord inférieur est resté intact.

Ce morceau et le précédent n'indiquent pas des sujets sensiblement supérieurs à nos Chèvres actuelles, et l'on pourrait les inscrire sous le nom de *Capra hircus* tout aussi bien que sous celui d'Égagre. Peut-être les canons cités plus loin, à propos de l'*Antilope Christolii*, doivent-ils être rapportés au même animal.

Il n'en est pas de même pour un autre canon de Chèvre trouvé à Bize. Marcel de Serres lui attribue, comme diamètre, à la partie inférieure, mesurée d'une poulie à l'autre, 0,038, tandis que la partie correspondante de la Chèvre ne mesure que 0,030[1]. Un métatarsien conservé dans la collection Marcel de Serres, comme provenant d'une cinquième espèce de Cerf découverte à Bize, est peut-être la même pièce, et c'est plutôt un os de Chèvre ou de Bouquetin qu'un os de Cerf. Le dessin que nous en avons fait, mais qui n'a pas été reproduit sur nos planches, présente aussi de l'analogie, par sa forme et par ses dimensions, avec une partie inférieure de canon, certainement fracturé par l'homme, que M. Boutin nous a envoyée de Laroque, et que nous attribuons au *Capra primigenia*.

Il est à regretter que nous ne possédions encore qu'un si petit nombre de pièces appartenant à cette dernière espèce, et nous devons avouer que sa diagnose est encore bien loin d'être établie d'une manière définitive.

[1] Celui de notre planche III, figure 5, n'a que 0,029.

CHAMOIS.

Antilope Christolii, Marcel de Serres, *Cav. de l'Aude*, p. 84, *pl.* V, *fig.* 5. — *Rupicapra*, P. Gerv., *Zool. et Pal. franç.*, p. 141.

Marcel de Serres a rapporté à une Antilope un certain nombre d'ossements recueillis à Bize, dont il donne les dimensions et la description comparativement avec les mêmes os pris dans la Chèvre ; mais il n'insiste pas sur les analogies qu'ils présentent plus particulièrement avec ceux des Chamois. C'est en effet au genre de ces animaux qu'il faut les réunir, en partie du moins ; mais nous n'avons pas en notre possession assez d'éléments de comparaison pour décider encore s'ils sont d'un Chamois plutôt identique à celui des Alpes qu'à celui des Pyrénées ; il nous est donc impossible de dire avec certitude si les Chamois enfouis à Bize constituaient une race ou une espèce à part.

Un nouvel examen du moule en plâtre que nous avons fait faire de la corne figurée par Marcel de Serres (*pl.* V, *fig.* 5 de son mémoire), avec celle du Chamois, confirme le classement générique que nous proposons de l'Antilope de Christol, mais sans nous donner aucune indication nouvelle au sujet de ses véritables caractères spécifiques.

L'un de nous a publié[1], au sujet des os de Chamois trouvés à Bize, l'observation suivante : « Deux parties inférieures de canons de Chamois, que j'ai sous les yeux, ne comprennent plus que les parties digitales et une très-courte longueur de la diaphyse. Il est aisé de reconnaître qu'ils ont été brisés violemment et par le fait de l'homme, ce qui s'observe fréquemment pour les os analogues et autres os longs que l'on trouve dans les cavernes où l'homme a eu accès, lorsque ces pièces proviennent d'animaux ayant vécu à la même époque que lui. L'homme primitif, en effet, cassait les os longs, qui sont remplis de moelle, pour en retirer cette substance. » Un des canons dont il s'agit est figuré sur notre Planche III, sous les n°s 6 et 6^{a}. Il a sans contredit la plus grande analogie avec la partie correspondante du double métacarpien d'un Chamois, mais il en a aussi avec celui d'une Chèvre ; toutefois

---

[1] P. Gervais, *Comptes-rendus hebdomadaires*, tom. LVIII, pag. 232.

nous le rapporterions plutôt au premier de ces deux genres qu'au second, si un canon antérieur entier, qui appartient à la collection de Christol et dont l'extrémité digitale est représentée par les nos 6 et 6a de la même planche, n'était sensiblement plus court que celui du Chamois, tout en ayant la même largeur. Il mesure 0m,110, tandis que celui du Chamois est long de 0,115. Le canon antérieur d'un jeune Bouc de notre collection en diffère assez peu; il a 0,115, mais il est épiphysé, et l'os fossile de Bize ne l'est pas.

Nous n'avons pas sous les yeux l'ensemble des pièces publiées par Marcel de Serres comme appartenant à son *Antilope Christolii*.

CERVUS TARANDUS.

Cervus Reboulii, Marcel de Serres, *Cav. de l'Aude*, p. 65, *pl.* II, *fig.* 3 et 4. — *Capreolus Leufroyi, id., ibid.*, p. 72, *pl.* IV, *fig.* 4. — *Capreolus Tournalii, id., ibid.*, p. 75, *pl.* III, *fig.* 1, *pl.* IV, *fig.* 3 et 4, *pl.* V, *fig.* 1 et *pl.* VI, *fig.* 1, 2. — *Cervus Destremii* (*partim*), *id., ibid.*, p. 57.

C'est au Renne (*Cervus Tarandus*) qu'appartiennent, ainsi que nous l'avons déjà dit, la plupart des ossements enfouis dans la grotte de Bize : environ les cinq sixièmes de ces ossements. Ils représentent toutes les parties du squelette de cette espèce, et ont appartenu à un nombre considérable d'individus. Il y a des fragments de bois isolés, des bases et parties de ces appendices encore en place sur la portion du frontal qui les portait (*pl.* II, *fig* 1-2), des mâchoires supérieures avec leurs dents (*pl.* II, *fig.* 4 et 5), des maxillaires inférieurs (*pl.* II, *fig.* 6 et 7) aussi garnis de ces organes; des vertèbres, des côtes, des portions d'omoplates ou de bassins et des pièces de toutes les régions des membres (*pl.* V, *fig.* 1-5). Certains sujets étaient plus grands, d'autres plus petits, et il n'est pas douteux qu'il y ait eu sous ce rapport une assez grande diversité parmi ces animaux; c'est ce dont on jugera, en comparant entre elles les dents des *fig.* 7 et 8 de notre *pl.* II, les unes et les autres dessinées de grandeur naturelle.

Les os sont rarement entiers, mais il en est qui n'ont subi aucune fracture, et l'on n'y voit pas non plus de traces d'usure, ce qui indique qu'ils n'ont pas été roulés après avoir été décharnés; de ce nombre sont les os-

selets ou astragales (*pl.* III, *fig.* sans nº). La découverte au même lieu de métacarpiens (*pl.* III, *fig.* 5) et métatarsiens latéraux également intacts est une nouvelle preuve à cet égard. La forme de ces dernières pièces pourrait les faire regarder comme des os travaillés par l'homme, car elles ressemblent assez bien à des stylets dont la pointe aurait été cassée ou usée ; mais la comparaison avec les mêmes parties dans nos squelettes de Rennes, ne laisse subsister aucun doute sur leur état d'intégrité.

D'autres os sont, au contraire, brisés. Ainsi, les têtes n'en sont pas entières et leurs fragments (*fig.* 4 et 5 de la *pl.* II) sont séparés les uns des autres ; les mâchoires inférieures ont souvent toutes leurs dents, mais leur bord inférieur a été enlevé dans toute sa longueur, et les lèvres de la fracture ont conservé tous leurs angles, ce qui prouve aussi qu'il n'y a pas eu transport d'un lieu à un autre. De même pour les os longs, humérus (*fig.* 1), radius (*fig.* 2) fémurs, tibia et canons, ceux-ci antérieurs (*fig.* 3) ou postérieurs (*fig.* 4). On n'en retrouve habituellement que les extrémités épiphysaires, qui toutes ont été séparées de leur diaphyse par fracture et de manière à permettre d'en retirer la moelle. A Bize, et dans un certain nombre d'autres localités, telles que Sallèles, etc., ce mode de fracture se reproduit exactement le même et les cassures sont restées aussi fraîches que si elles venaient d'être opérées. Nos figures en donnent une idée suffisamment exacte, pour qu'il soit inutile d'insister sur la manière dont ces ossements ont été brisés. Qu'il nous suffise de rappeler que ces conditions de brisure violente sont aussi celles des os trouvés dans les *Kjækkenmædingers*[1] du Danemark et de la Suède, et dans la plupart des cavernes de l'Europe centrale où l'homme a autrefois séjourné, tandis que les ossements enfouis dans celles de ces cavités sur lesquelles il n'a pas eu d'action ne présentent rien de semblable.

Lorsque ces derniers ossements ont été attaqués avant leur enfouissement et plus ou moins mutilés, ils l'ont été par les grands carnivores, plus particulièrement par les Hyènes. Ce sont leurs épiphyses qui sont alors entamées, et l'on voit encore sur les points auxquels la brisure s'est étendue, la trace des canines des animaux qui s'en sont nourris. Les os recueillis dans les cavernes de Lunel-Viel, et dont la Faculté des sciences de Montpellier pos-

[1] Dénomination danoise signifiant *débris de cuisine*, c'est-à-dire *restes de l'alimentation humaine*.

sède une très-belle série, présentent de nombreux exemples de ce mode d'altération.

Les os fragmentés qui abondent dans la caverne de Bize sont donc, comme ceux des *Kjækkenmædingers*, les restes des animaux mangés ou utilisés de diverses manières par les hommes, et la chair du Renne a dû être l'un des principaux moyens d'alimentation de ces derniers, en même temps que sa peau, diverses pièces tirées de son squelette, ses bois, etc., servaient à fabriquer des vêtements et une foule d'autres objets usuels. C'est ainsi que les choses se passent de nos jours chez les Lapons et chez divers peuples des régions polaires, d'après lesquels il nous est possible de nous faire une idée exacte des hordes sauvages établies, à une époque si reculée, jusque dans nos contrées méridionales, et dont le Renne était aussi la principale richesse.

Aucun des naturalistes qui se sont précédemment occupés des ossements enfouis à Bize n'a traité ce côté important des problèmes que soulève l'étude de ces débris fragmentés, et ce n'est que par suite des études récentes de M. Steenstrup sur les amas ossifères du Danemark, qu'une explication satisfaisante a pu en être donnée.

Ce qui avait surtout préoccupé l'auteur de la *Notice sur les cavernes de l'Aude* et ses collaborateurs, Jeanjean et de Christol, c'est la détermination spécifique des ossements eux-mêmes. Mais le peu de moyens de comparaison dont ils disposaient les a empêchés d'arriver sur ce point à des résultats suffisamment exacts; et, en ce qui concerne le Renne, ils ont attribué à quatre espèces supposées par eux différentes de celles qu'on avait alors décrites, les ossements qu'ils ont pu en étudier. Nous avons revu dans les collections Marcel de Serres et de Christol la plupart de ces pièces, et nous n'avons plus aucun doute à cet égard, ayant comparé ces pièces, soit à des ossements de Rennes trouvés à Brengues, soit à des squelettes de Rennes actuellement vivants dans les régions polaires.

Les pièces provenant d'individus de taille moyenne sont en général celles qui ont servi à l'établissement du *Cervus Reboulii*; d'autres plus grandes répondent au *Cervus Tournalii*, et celles dont les dimensions étaient moindres ont conduit à la distinction du *Cervus Leufroyi*. En outre, nous en retrouvons quelques autres parmi les matériaux qui ont servi à fonder le

Cervus Destremii, tandis que certaines pièces regardées comme étant de cette dernière espèce, peuvent être rapportées avec assez de certitude au Cerf ordinaire.

Un seul des ossements décrits par Marcel de Serres nous a offert de véritables difficultés, c'est la portion considérable d'un bois encore adhérente à un fragment de crâne, qu'il décrit à la page 81 de son mémoire, et figure sous le n° 1 de la planche III du même travail. Il le donne comme étant du *Cervus Tournalii* et range celui-ci parmi les *Capreolus*, genre de Cervidés caractérisé par des bois plus ou moins aplatis, pourvus d'un andouiller médian et d'un andouiller supérieur bifurquant la perche, mais sans andouiller basilaire. Les dimensions de ce bois devaient faire penser à un *Capreolus* bien supérieur pour la taille au Chevreuil ordinaire, et se rapprochant à plusieurs égards du *Cervus solilhacus* signalé par M. Félix Robert aux environs de Polignac (Haute-Loire).

Un nouvel examen de la pièce dont il s'agit nous avait conduit à admettre qu'elle pouvait provenir d'un Élan encore jeune, de trois à cinq ans, par exemple; mais sa forme aplatie n'exclut pas la possibilité qu'elle ne soit plutôt d'un Renne. Elle en appuie au contraire la supposition, et, en comparant cette pièce avec l'Élan et le Renne, nous avons acquis enfin la certitude qu'elle devait être attribuée à la seconde de ces espèces, puisqu'on y remarque aussi la suture fronto-pariétale filant au-dessous de l'insertion du bois, et que l'implantation de celui-ci est conforme à ce que l'on voit dans les Rennes, et différente au contraire de ce qui a lieu dans l'Élan, où il naît au-dessus des orbites, tandis que chez le Renne il repose sur la voûte cérébrale. La variété ou l'âge du Renne auquel se rapporte le bois type du *Cervus Tournalii*, répond au Renne à bois larges et palmés dont Cuvier et M. Owen ont décrit des exemplaires.

C'est de même au Renne qu'ont appartenu les dents plus grandes que les autres, et auxquelles on supposait des caractères qui, en définitive, sont également ceux de l'espèce actuelle à laquelle nous les attribuons.

CERVUS ELAPHUS.

Cervus Destremii (*partim*), Marcel de Serres, *Cav. de l'Aude*, p. 57.

Quelques comparaisons nous ont conduit à admettre que plusieurs des

pièces dont il est question dans la Notice sur les cavernes de l'Aude, sous le nom de *Cervus Destremii*, appartiennent au Cerf, soit à l'Élaphe proprement dit, soit à une variété fort peu différente de celle qu'on a nommée *Cervus corsicanus*. Plusieurs dents sont, en particulier, dans ce cas, et l'examen des os, qui sont également inscrits sous ce nom dans les collections que nous avons consultées, conduit au même résultat; quelques-uns paraissent cependant provenir du Renne, et, s'il y a eu ici confusion, cette confusion est très-excusable en présence de pièces peu nombreuses et en général mutilées du Cerf véritable, que la caverne de Bize a jusqu'à présent fournies.

§ IV.

Il nous reste à donner quelques détails au sujet des objets diversement façonnés par la main de l'homme, que l'on trouve à Bize mêlés aux ossements des animaux dont il vient d'être question.

1° Instruments en os.

Le musée de Narbonne possède des fragments de bois de Rennes trouvés à Bize, et qui portent l'empreinte des instruments ayant servi à les couper. Marcel de Serres en donne lui-même deux morceaux très-reconnaissables pour provenir du Renne, dans les *fig.* 2 et 3 de la *pl.* VI de son mémoire.

Les fouilles continuées au même endroit ont aussi fait découvrir plusieurs fragments d'os ou de bois de Cervidés, taillés en stylets. L'auteur cité en a même représenté un (*pl.* II, *fig.* 6), et nous en possédons d'autres dont la forme est un peu différente. Nous en publions trois qui sont assez curieux (*pl.* IV, *fig.* 3 et 4).

Le premier porte plusieurs cannelures longitudinales, n'arrivant pas jusqu'à la pointe, et qui longent une succession de grosses cannelures obliques marquées sur un des pans de cette espèce de poinçon.

Le second est aussi en pointe, mais plus grêle et plus long, et sur le milieu de sa face aplatie se remarquent deux cannelures séparées par une saillie costiforme.

Notre *fig.* 5 est la représentation d'une autre forme de pointe encore différente des précédentes.

Une portion d'os long était disposée en polissoir; ce qui en a été conservé est représenté sous les nos 2 et 2a de la même planche.

Enfin, nous donnons sous les nos 1 et 1a de cette planche, un autre spécimen d'instruments faits en os. C'est une sorte de lame cultriforme, que l'on comparerait à un poignard si elle était en métal. Ses bords sont émoussés par l'usure, et son sommet est appointi. Quelques fines stries dues au frottement, se remarquent vers la partie la plus voisine de sa pointe, sur la surface lisse qui est formée par la partie extérieure de l'os employé à fabriquer cet instrument.

Nous signalerons encore un autre os travaillé, découvert à Bize: c'est une portion inférieure du tibia, sans doute de Chèvre, dont la diaphyse est taillée obliquement en pointe. Cette sorte d'instruments se retrouve dans les habitations lacustres de la Suisse et dans la caverne du Pontil. Le tibia usé en stylet dont il vient d'être question, est conservé dans le musée de Narbonne.

2o Instruments en silex.

Nous avons cru devoir reproduire aussi quelques pointes et couteaux en silex, genre d'objets très-abondant, par endroits, dans les sédiments ossifères de Bize; et nous en figurons de trois formes différentes sous les nos 6, 7 et 8 de notre *pl.* IV.

Le silex de la *fig.* 6 est mince, grêle et de petite dimension; les deux autres sont plus forts, et le sommet de celui de la *fig.* 8 est resté intact. Ce sont sans doute des pointes de lances ou des pointes de flèches; elles sont taillées suivant la forme primitive. La caverne dont elles proviennent ne nous en a fourni aucune ayant une apparence soit losangique, soit en feuille de myrthe, comme il s'en rencontre dans les dépôts de la seconde époque de pierre, avec les haches usées, dites aussi haches celtiques.

Un silex taillé, également découvert à Bize, devait avoir près de 0m,14 de longueur. Sa partie conservée mesure à elle seule 0m,11. Ce couteau a été retouché sur sa longueur, et ses bords ont été amincis par l'enlèvement de petits éclats, ce qui lui donne une apparence ondulée que n'ont pas ceux que nous avons fait représenter. Il appartient maintenant au musée de la ville de Hambourg.

Les silex travaillés de Bize sont enfouis dans la même couche que les

autres objets façonnés dont nous avons parlé plus haut, et ces couches renferment aussi des os humains et des os fracturés d'animaux, particulièrement des os de Rennes. Ainsi que nous l'avons déjà dit, les os humains y sont fort rares. L'apparence de ces amas est celle d'une brèche tendre, à pâte terreuse, de couleur brun rougeâtre.

3° Coquilles marines.

Les fouilles entreprises à Bize y ont fait rencontrer, dans les mêmes sédiments terreux que les os de l'homme, et avec les ossements, pour la plupart brisés, des Ruminants dont nous avons parlé, des coquilles marines appartenant à diverses espèces. Il y en a au musée de Narbonne, où nous les avons vues, et nous en possédons nous-mêmes plusieurs. Marcel de Serres en avait déjà cité quelques-unes dans son mémoire, comme se rapportant aux espèces suivantes: *Petunculus glycimeris*[1], *Pecten jacobæus*, *Mytilus edulis*, *Buccinum reticulatum* et *Natica mille-punctata*. Cet auteur ajoute que les coquilles de cette dernière espèce ont à peu près perdu leurs couleurs, et que l'on n'y voit plus la trace des nombreuses ponctuations qui les ornent à l'état frais. De même que les *Mytilus* et les *Pecten* recueillis avec elles, elles happent assez fortement à la langue. Marcel de Serres fait en outre la remarque que les espèces observées à Bize sont actuellement propres à la Méditerranée. Suivant lui, la présence de ces coquillages au milieu des limons ossifères de la caverne qui nous occupe « ne prouve nullement que ce soient des alluvions marines qui les aient entraînés dans ces cavités; elles ne l'annoncent pas plus que les dents de squales qui se trouvent dans les limons graveleux inférieurs des cavernes de Lunel-Viel; ces coquilles étaient probablement répandues sur le sol, au moment où les courants ont entraîné les limons, les cailloux roulés et les ossements au milieu desquels elles ont été trouvées. » « Entraînées par les courants... », dit Marcel de Serres; cela serait possible; mais alors il faudrait expliquer comment ces coquilles se trouvaient sur le sol avoisinant la caverne, et c'est ce que ni lui ni aucun auteur n'a encore essayé de faire.

Ce n'est pas la seule fois qu'on a rencontré dans des dépôts quaternaires

[1] C'est le Petoncle ordinaire (*Petunculus violacescens*).

exclusivement dus aux eaux douces et formés plus ou moins loin des mers, des débris d'animaux marins, particulièrement des coquillages. A Lunel-Viel, dans la caverne si riche en ossements, dont il est souvent question dans les ouvrages des géologues, il s'en observe aussi, et elles sont associées aux dents des squales qui viennent d'être rappelées plus haut. Mais ici, il est évident que le lavage des calcaires miocènes formant les parois de la caverne explique leur présence. Ces espèces sont d'ailleurs identiques avec celles qui sont fossiles dans ces calcaires.

On ne saurait admettre qu'il en soit de même pour les coquilles marines de Bize, puisque ces coquilles appartiennent évidemment à des espèces actuellement vivantes, et que les calcaires environnants sont de l'époque nummulitique ou même jurassiques.

Il a été aussi recueilli des coquilles évidemment marines, dans les dépôts, regardés comme diluviens, de la Limagne d'Auvergne, dans ceux du bassin de Paris, etc. Les exemples en sont rares, mais tout à fait authentiques, et l'explication de ce phénomène a beaucoup préoccupé les géologues. M. Pomel a consacré aux coquilles marines observées fossiles dans la Limagne d'Auvergne, quelques lignes qu'il ne sera pas inutile de reproduire ici. Les voici :

« Nous fixerons aussi l'attention des naturalistes sur un phénomène qui, dit ce naturaliste[1], s'observe assez rarement, mais qui est très-remarquable. Nous voulons parler des fossiles marins répandus sur le sol dans les atterrissements, et mêlés avec des alluvions quartzeuzes, qu'à l'exemple de M. Rozet nous avons regardées comme antérieures aux éruptions volcaniques. Ces fossiles ont tous été évidemment pris dans des couches plus anciennes et entraînés par une cause qu'on ne peut reconnaître dans notre vallée de Limagne. Nous avions nous-même recueilli un mollusque dans l'atterrissement de Juvillac ; il a été reconnu par M. Lyell pour un *Pleurotome* de faluns. M. Bravard, depuis cette époque, a trouvé au même endroit deux *Natices*, que M. Lyell a aussi déterminées. Nous signalons ces faits sans pouvoir en donner aucune explication, car les terrains marins gisent à une très-grande distance de l'Auvergne, et il serait un peu hardi de faire monter vers le plateau central

[1] *Bulletin Soc. géol.*, 1844, pag. 595.

un courant qui, venant du Nord, aurait entraîné les fossiles silicifiés des terrains qu'il aurait traversés, et n'aurait laissé dans la contrée que nous décrivons aucun dépôt reconnaissable. »

Si l'on rapproche ce passage de celui que nous avons précédemment emprunté au même auteur, et dans lequel est signalée la présence, dans les mêmes terrains, de bois de Rennes travaillés par l'homme, ainsi que celle de silex taillés, n'est-on pas en droit d'admettre que les coquilles marines trouvées en petit nombre dans les terrains superficiels de la Limagne ne sont, pas plus que celles recueillies à Bize ou ailleurs dans des conditions analogues d'enfouissement, des coquilles portées par les eaux ou dont la présence serait due à quelque phénomène purement physique? Il paraît évident que c'est l'homme lui-même qui les y a laissées. En Auvergne, à Bize, etc., un même genre se retrouve, celui des Natices, et l'on sait que ce sont aussi des coquilles analogues que les naturels de l'Océanie recherchent pour en faire des colliers, des couronnes et d'autres ornements. Les Natices de Bize ne peuvent laisser à cet égard l'ombre d'un doute, car elles portent encore sur la face convexe de leur dernier tour le trou qui servait à les attacher, et ce mode de perforation est aussi celui auquel ont recours aujourd'hui les peuples sauvages qui font usage de semblables objets.

Le musée de Narbonne possède une Natice et une Monodonte de Bize, sur lesquelles cette perforation est très-évidente. Le même travail s'observe aussi fort nettement sur un *Turbo neritoïdes* que nous avons recueilli et qui est représenté par la *figure* 2 de notre planche IV. Un *Cyclonassa neritæa* (*pl.* IV, *fig.* 10), et un *Cypræa coccinella* (même planche, *fig.* 9), l'un et l'autre également recueillis à Bize, portent aussi au même point une perforation qui a pu servir à les enfiler : mais comme ce trou est irrégulier, qu'il résulte d'une cassure, et, qu'en outre, les bords en sont irréguliers, on ne saurait en attribuer, avec une égale certitude, la perforation à la main de l'homme. Il n'y a au contraire aucun doute relativement à un fragment de la valve concave d'un *Pecten* (*pl.* IV, *fig.* 12), lequel Pecten était au moins grand comme le *P. jacobæus.* Ce fragment présente un trou rond ayant servi à le suspendre, trou qui a été fait par un instrument térébrant. On ne saurait confondre cette perforation avec celles que les Buccins et autres Gastéropodes font souvent aux coquilles bivalves pour

en manger le mollusque. Une partie du pourtour de la face externe s'est légèrement écaillée autour de ce trou, sous l'influence de l'instrument au moyen duquel celui-ci a été pratiqué. Il est d'ailleurs placé sur l'auricule de la coquille, et ce n'est point cet endroit que les ennemis des bivalves choisissent pour les perforer[1].

§ IV.

Dans l'état actuel, le sol de la caverne de Bize est en partie recouvert de sédiments remués pendant les fouilles dont il a été l'objet à tant de reprises, et ces sédiments remaniés renferment encore quelques débris osseux provenant des couches plus profondes. Celles-ci peuvent être distinguées ainsi qu'il suit, du moins pour la partie où a été ouverte la tranchée exécutée par nos soins. Nous procédons des couches les plus superficielles aux plus inférieures :

1° Limon rouge ;

2° Couche de terre noire à ossements brisés ;

3° Couche de limon rouge-jaunâtre, plus dur, presque tufacé ;

4° Limon rouge-noirâtre, très-meuble, riche en ossements brisés, en silex travaillés, etc., contenant aussi des cailloux ;

5° Limon rouge et dur ;

6° Limon plus rouge, de teinte plus foncée que le précédent et plus riche en ossements ;

7° Limon rouge assez dur, également mêlé de débris osseux.

Inférieurement est le sous-sol calcaire, formant les parois de la caverne.

Nous avons des échantillons de la terre ossifère de Bize, où des os fracturés et des silex taillés se trouvent associés les uns aux autres, ce qui présente sous un volume très-peu considérable la preuve de cette curieuse

---

1 Nous avons trouvé le *Cerithium vulgatum* à La Valette, près Montpellier, dans l'excavation des rochers oxfordiens de la rive droite du Lez appelée Trou de la Glacière. Il y était mêlé à des débris humains, à des poteries primitives, etc. C'est ce gisement qui nous a aussi fourni un fragment de maxillaire inférieur du *Felis servaloides*.

Les auteurs des *Recherches sur les cavernes de Lunel-Viel* ont décrit, comme appartenant au Serval (*Felis serval* de Linné), qui vit en Afrique et dans l'Asie méridionale, diverses

réunion de débris de l'industrie et d'ossements du Renne. La collection de Christol en possédait déjà, mais il n'en est question, ni dans les publications de cet observateur, ni dans les ouvrages de Marcel de Serres.

---

pièces osseuses et des mâchoires avec leurs dents, indiquant une espèce de Felis peu différente de celle à laquelle ils les ont attribuées; mais ce Felis n'est pas le Serval vrai, et l'espèce européenne que ces pièces nous font connaître pourra prendre le nom de *servaloïdes*, sous lequel M. Pomel l'a inscrite, en 1853, dans son *Catalogue des vertébrés fossiles de l'Allier*. Des restes d'un Félis analogue ont été indiqués par le même observateur, sous le nom de *F. lyncoïdes*, dans les dépôts de Coudes et de la Tour-de-Boulade, près Issoire; c'est le même qu'il avait précédemment inscrit (*Bull. soc. géol.*, 1842, pag. 205) comme étant peut-être identique avec le prétendu Serval de Lunel-Viel.

Le *Felis servaloïdes* mérite d'être signalé d'une manière spéciale aux paléontologistes qui s'occupent de l'extinction successive des Mammifères sauvages, dont tant d'espèces, aujourd'hui disparues de notre pays, s'y trouvaient réunies dans les premiers temps de la période quaternaire, et rendaient la Faune de l'Europe tout à fait comparable par sa richesse à celles qui peuplent encore de nos jours une grande partie de l'Afrique et toute l'Asie méridionale. En effet, le *Felis servaloïdes* paraît avoir disparu de nos régions plus tard que la Panthère ou que le grand Lion des cavernes, animaux beaucoup plus redoutables que lui, et qui ont bientôt succombé. On a la preuve que dans plusieurs localités ses débris sont mêlés à ceux de l'homme. Marcel de Serres cite un humérus de *Felis servaloïdes* dans la caverne de Bize, et nous en avons de notre côté recueilli un fragment de maxillaire inférieur à La Valette, près Montpellier, dans la cavité dite Trou-de-la-Glacière; un autre vient du Colombier, près Castries, et a été trouvé par M. le docteur Delmas, dans les brèches osseuses de cette localité. C'est cette seconde pièce que nous avons fait figurer.



La comparaison de ces fossiles et de ceux de Lunel-Viel avec un véritable Serval, ne permet pas de les attribuer à cette espèce; elle nous porte à les rapprocher plutôt des Lynx. Toutefois, il est également impossible de les assimiler, soit au Lynx du Canada, soit au Lynx des Alpes maritimes, le seul des animaux de ce genre, provenant de nos contrées, qu'il nous ait été jusqu'ici permis d'observer. Nous serions tenté de rapprocher plutôt cette espèce du Chaûs et du Caracal; mais de nouvelles recherches pourront seules donner à cet égard une véritable certitude, et nous croyons, pour aujourd'hui, devoir nous borner à recommander d'une manière spéciale le *Felis servaloïdes* à l'attention des naturalistes qui s'occupent de l'exploration des cavernes et des brèches.

(P. Gerv.)

§ V.

Il paraitra sans doute peu étonnant, après la lecture des détails consignés dans ce travail, de nous voir conclure que les hommes et les animaux divers auxquels nos observations ont trait, n'ont pas vécu à une époque aussi reculée qu'on a été quelquefois tenté de le supposer. Les arguments qu'on avait tirés des fossiles humains et des instruments de l'industrie primitive extraits de la caverne de Bize, en faveur de la haute ancienneté de l'homme et de sa coexistence avec les grands animaux d'espèces éteintes, ont dû être bientôt abandonnés, et la présence du Renne dans les conditions que nous avons décrites n'est pas davantage une preuve de cette ancienneté géologique.

On ne saurait admettre que les sédiments ossifères de Bize soient antérieurs à l'époque glaciaire, et d'autres faits devront être également invoqués pour démontrer que l'espèce humaine a vécu dans nos contrées en même temps que les grandes espèces quaternaires, dont les anciennes cavernes et les sédiments diluviens nous ont conservé les dépouilles.

L'association de restes humains avec les os concassés du Renne, dans plusieurs parties de l'Europe centrale et méridionale, prouve seulement qu'à une certaine époque, époque assez éloignée, il est vrai, pour que l'histoire n'en ait pas recueilli le souvenir, il y avait jusque sur les bords de la Méditerranée des hommes qui se servaient du Renne, comme le font aujourd'hui les peuplades les plus rapprochées de la Mer glaciale, les Lapons et tant d'autres dont la race est différente de la nôtre. Peut-être ces anciens habitants de l'Europe méridionale et centrale se sont-ils retirés devant la venue de populations nouvelles qui, si barbares qu'elles fussent encore, leur étaient supérieures en force, en intelligence et en civilisation. Cette retraite, dans laquelle ils auraient été suivis par leur animal de prédilection, le Renne, semble avoir coïncidé avec l'époque où les glaces, dont l'Europe fut longtemps couverte, avaient presque partout disparu dans les régions peu élevées, et ne persistaient plus que sur les hauts sommets des grandes chaînes de montagnes; elle répondrait au moment où une température plus douce a remplacé dans nos contrées les frimas que préfèrent et le Renne et les races d'hommes aujourd'hui reléguées dans les régions polaires.

PLANCHES II à IV.

EXPLICATION.

PLANCHE II.

Cervus tarandus (Renne).

Fig. 1 et 2. Fragments de la partie basilaire d'un bois, encore en place sur la surface correspondante du frontal.

Fig. 3. Partie basilaire d'un bois trouvé dans la caverne d'Aldène (Hérault), qui renferme en abondance des restes de l'*Ursus spelœus*. A 2/3 de la grandeur naturelle.

Fig. 4. Maxillaire supérieur brisé, portant les molaires 1 à 4.

Fig. 5. *Id.*, portant les molaires 3 à 6.

Fig. 6. Les six molaires inférieures, d'après un sujet assez avancé en âge. Taille moyenne.

Fig. 7 et 7ᵃ. Les trois premières molaires inférieures, d'après un sujet de plus grande dimension.

Fig. 8ᵃ et 8. Les deux premières molaires inférieures, d'après un sujet dont la taille était au-dessous de la moyenne.

Nota. Toutes ces figures, sauf la *fig*. 3, sont de grandeur naturelle; elles représentent des pièces brisées par la main de l'homme et recueillies à Bize.

PLANCHE III.

Cervus tarandus (Renne).

Fig. 1 et 1ᵃ. Extrémité inférieure d'un humérus, brisé par la main de l'homme.

Fig. 2 et 3ᵃ. Extrémité supérieure du radius, brisé.

Fig. 3 et 3ᵃ. Extrémité inférieure d'un canon de devant, brisé.

Fig. 4 et 4ᵃ. Extrémité inférieure d'un canon de derrière, brisé.

Fig. sans numéro. Astragale, vu en avant et en arrière; os entier.

Fig. 5. Métacarpien latéral, entier.

Rupicapra ou **Capra**.

Fig. 6 et 6ᵃ. Extrémité inférieure d'un canon, brisé par la main de l'homme.

Fig. 7 et 7ᵃ. Extrémité inférieure du canon entier, décrit pag. 83.

Toutes ces pièces ont été recueillies à Bize. Elles sont représentées de grandeur naturelle.

PLANCHE IV.

Objets divers, utilisés par l'homme.

Fig. 1. Lame osseuse taillée en forme de poignard; vue par sa face externe.

Fig. 1ª, la même, vue par sa face interne, et montrant le réticule diploïque; provient d'un os plat.

Fig. 2 et 2ª. Portion terminale d'un lissoir en os; vue par ses deux faces; c'est peut-être en fragments de bois de Renne.

Fig. 3, 4 et 5. Trois pointes faites en bois de Renne et ayant subi chacune un travail différent.

Fig. 6, 7 et 8. Trois formes de silex taillés.

La *fig.* 8ª est la coupe du silex de la *fig.* 8.

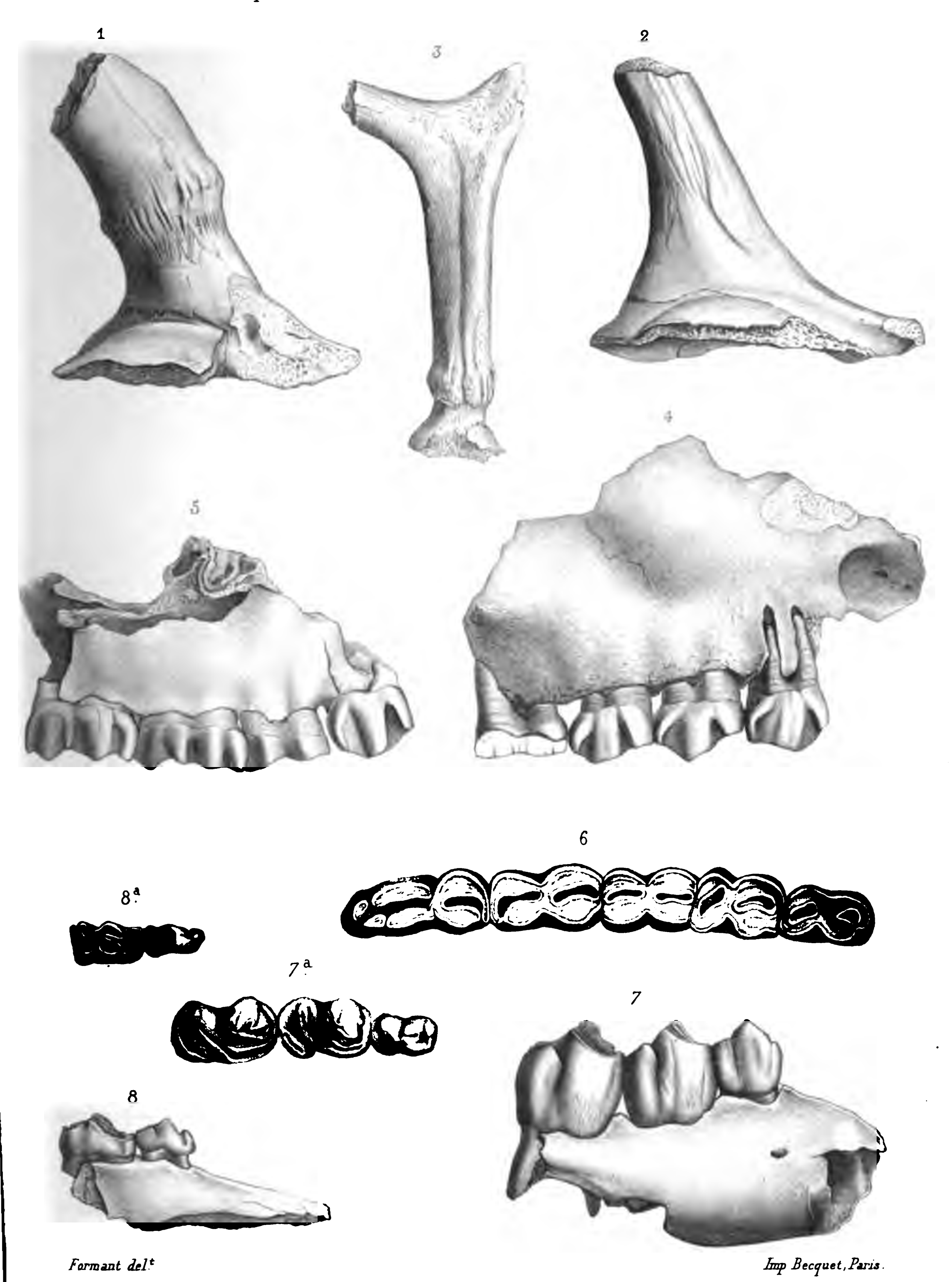
Fig. 9 et 9ª. *Cyprœa coccinella.*

Fig. 10 et 10ª. *Cyclonassa neritœa.*

Fig. 11 et 11ª. *Turbo neritoides*, perforé par usure.

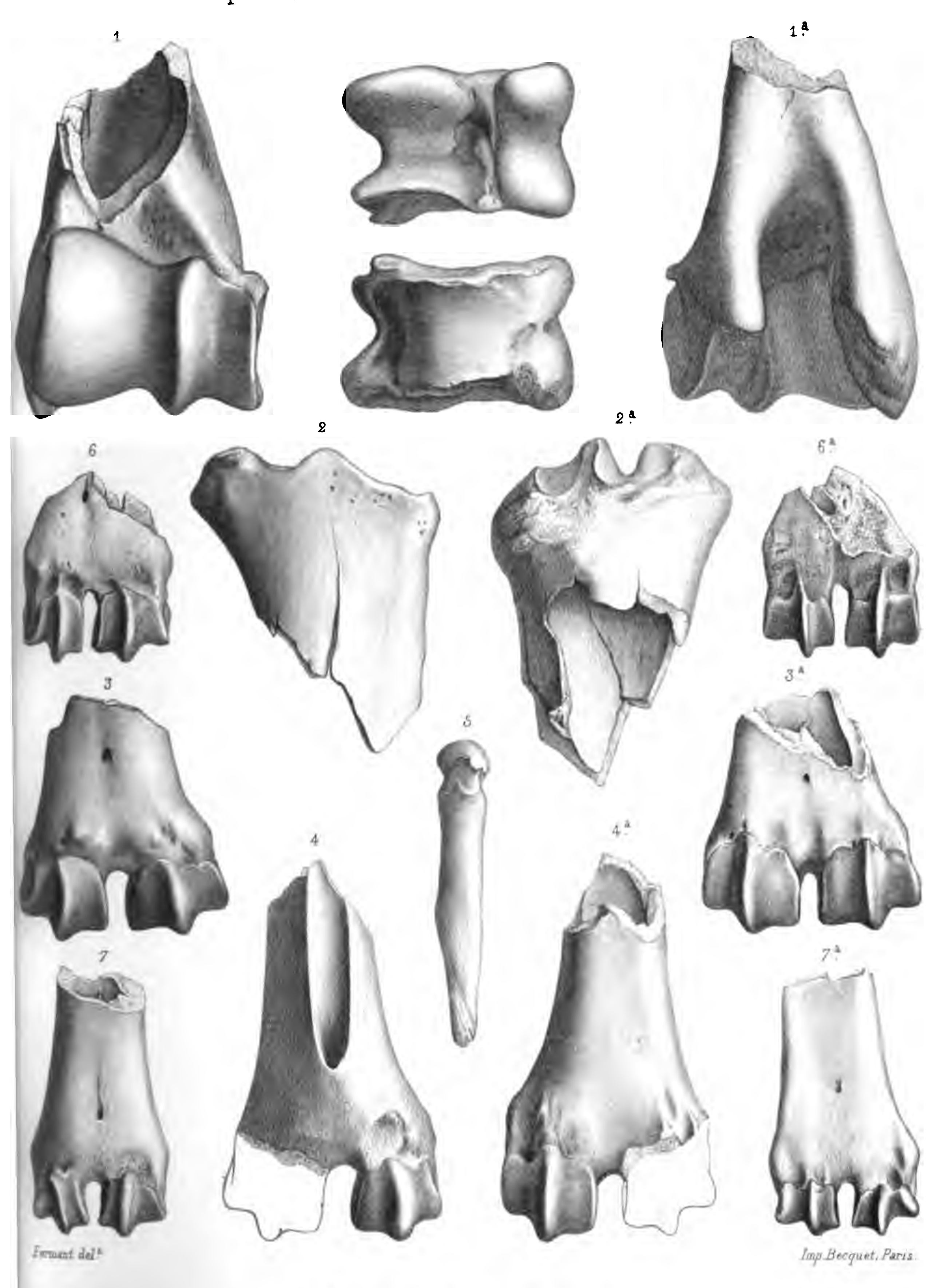
Fig. 12. Fragment de *Pecten jacobœus*; perforé à l'aide d'un instrument térébrant.

Ces objets sont tous représentés de grandeur naturelle; ils proviennent également de la caverne de Bize.



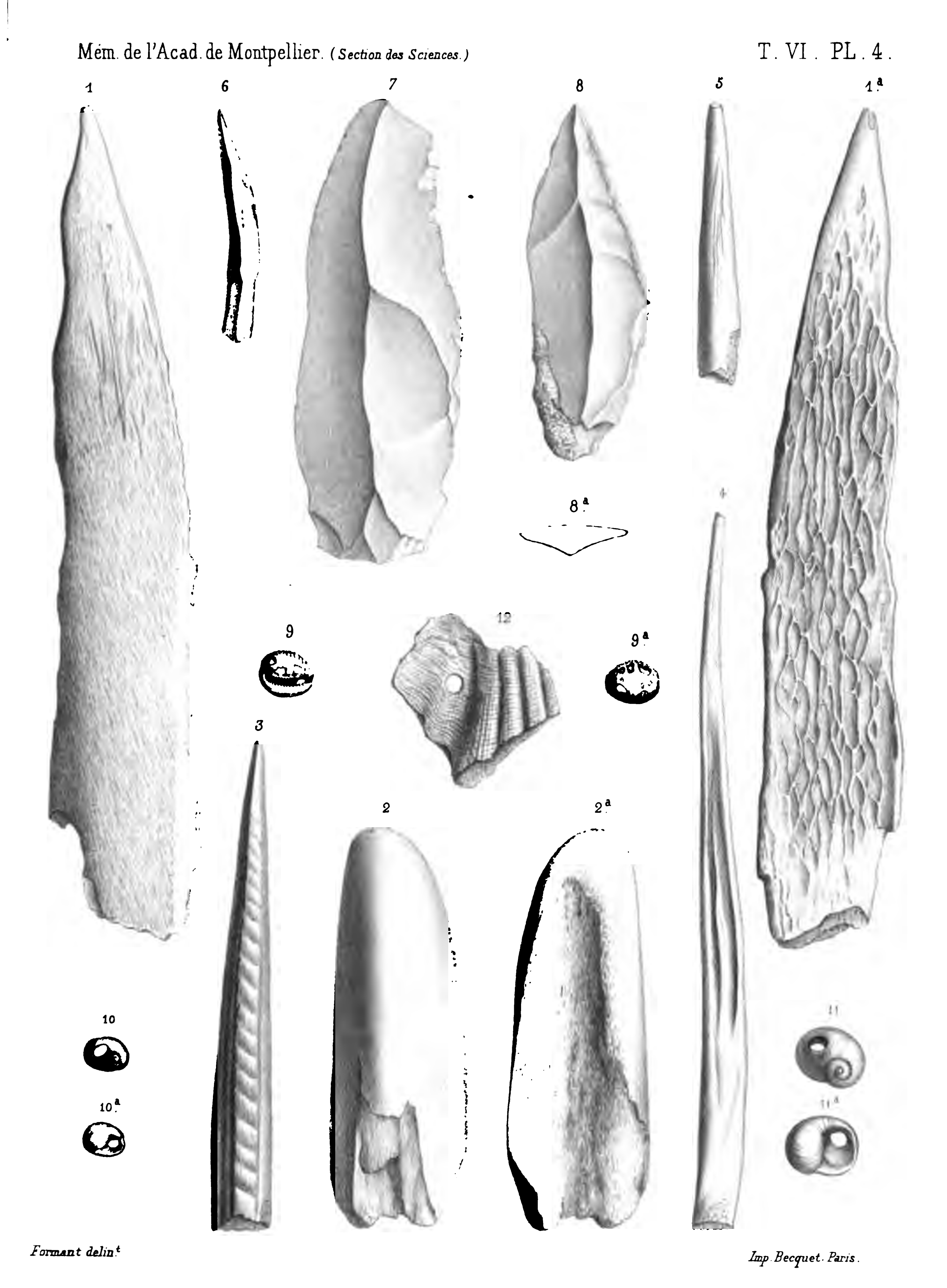
Formant del^t *Imp Becquet, Paris.*

Caverne de Bize. (Aude.)



Fermant del.t Imp. Becquet, Paris.

Caverne de Bize. (Aude.)



Formant delin.t

Imp. Becquet. Paris.

Caverne de Bize. (Aude.)

MES HERBORISATIONS

au Bousquet d'Orb et au Caylar (Hérault), en 1864,

AVEC DES CONSIDÉRATIONS

sur la FLORE DE MONTPELLIER

par M. Henri LORET.

Vix dici potest quam suave sit in agris ambulanti aut ibidem versanti plantarum fere omnium quæ sese oculis offerunt nomina et formas meminisse.... Nec minus jucundum est ignotas antea quærentem invenire.

MAGNOL; *Bot. Monsp.*

Pour herboriser avec intérêt dans quelque pays que ce soit, il suffit d'avoir des notions générales de géographie botanique et de bien savoir déterminer les plantes; mais si l'on désire accroître par ses découvertes les richesses végétales d'une contrée particulière, il est, en outre, indispensable d'étudier les Flores et les collections locales, afin de bien apprécier l'importance des récoltes qu'on a faites.

Grâce à la bienveillance des savants professeurs dépositaires de nos grands herbiers, qui comprennent si bien le but des collections d'histoire naturelle, nous avons pu, à Montpellier, devenu notre ville adoptive, satisfaire tous nos goûts à cet égard. Nous nous sommes donc livré, depuis plusieurs années, à un examen attentif des nombreux échantillons locaux de nos herbiers publics, sans parler de quelques herbiers privés, celui notamment de M. Barrandon, qui est parvenu à rassembler presque toutes les plantes de l'arrondissement de Montpellier. Peut-être pouvons-nous croire aujourd'hui sans présomption que ces études, jointes à nos herborisations particulières, nous ont enfin donné une idée

assez nette du bilan végétal de Montpellier et de l'Hérault. Cette connaissance, due à des loisirs qui manquent à d'autres, nous a permis de publier dans le *Bulletin de la Société botanique de France*, comme nouvelles pour notre département, de nombreuses espèces dont les herbiers de MM. Théveneau et Barrandon sont depuis longtemps dépositaires. Ce sont toutes ces nouveautés locales, dont on ne trouve nulle trace dans nos grandes collections, qui nous ont suggéré la pensée de visiter nous-même, cette année, un pays où nous pouvions espérer de glaner encore avec succès.

Nous avons choisi pour théâtre spécial de nos explorations le Bousquet d'Orb et le Caylar, autour desquels nos recherches n'ont pas dépassé un à deux kilomètres de rayon. Le Bousquet (altitude 237 mètres), hameau de Saint-Martin-d'Orb, canton de Lunas, est resserré à l'Est par la rivière d'Orb ; à l'Ouest par le Méguillou, montagne de grès et de schiste carbonifère qui s'appuie sur le granit du Mendip et forme avec lui comme un trait d'union entre l'Espinouse et l'Escandorgue proprement dit. Le Caylar, chef-lieu de canton de l'arrondissement de Lodève, et l'une des dernières communes de l'Hérault du côté de l'Aveyron, est situé sur le froid plateau du Larzac. Quoique peu éloignée du Bousquet (45 kilomètres), cette petite Sibérie offre un contraste frappant avec le bassin inférieur par son altitude (753 mètres), par son rude climat, son sol calcaire couvert de roches dolomitiques pittoresquement découpées, et conséquemment par des productions végétales bien différentes.

Malgré la sécheresse exceptionnelle de l'été dernier, nous avons découvert aux deux localités dont nous venons de parler quarante-huit espèces qui ne figurent point dans les herbiers de Montpellier comme originaires du département, et qu'aucun auteur bien informé n'y a signalées jusqu'à présent avec certitude. Nous avons retrouvé également et nous mentionnerons pour leurs nouvelles localités la plupart de celles que nous avons signalées ailleurs et que M. Théveneau a recueillies preque toutes dans les arrondissements de Béziers et de Saint-Pons [1].

Voici la liste de ces espèces, toutes de bon aloi et universellement admises. Malgré son aridité, ce catalogue parlera aux initiés un langage qu'ils préfèrent toujours aux considérations, plus littéraires que scientifiques, dont la botanique essaie parfois de se parer.

---

[1] Nous en avons rencontré plusieurs autres qu'aucun écrit public n'a indiquées dans le département. Toutefois, comme nous les avions reconnues antérieurement dans nos herbiers publics, quoiqu'elles y soient accompagnées parfois de noms qui ne leur conviennent point, nous nous proposons d'en attribuer plus tard la découverte à ceux qui les ont recueillies les premiers. Ce procédé, malheureusement trop peu usité, nous paraît commandé par la délicatesse.

A. Plantes nouvelles pour la Flore de Montpellier et de l'Hérault.

I. *Espèces qui croissent autour du Bousquet d'Orb.*

Lotus uliginosus, Schk.
Lathyrus cirrhosus, Ser.
Trifolium medium, L.[1]
Epilobium lanceolatum, Seb. et M.
E. obscurum, Schreb.
Lonicera periclimenum, L.
Senecio lividus, L.
Hieracium auricula, L.
Rumex sanguineus, L. Var. viridis, Smith.
R. nemorosus, Schrad.
Rumex obtusifolius, L. *R. friesii, GG.*
Salix amygdalina, L.
Scirpus compressus, L.
Carex leporina, L.
C. punctata, Gaud.
Bromus secalinus, L.
Holcus mollis, L.

II. *Espèces du Caylar.*

Anemone alpina, L.
Thlaspi arvense, L.
Viola arenaria, D. C.
Alsine Jacquini, Koch.
A. striata, Gren.
Rhamnus saxatilis, L.
Potentilla caulescens, L.
Cotoneaster vulgaris, Lindl.
Sedum purpurascens, Koch.; *S. Telephium auct.* (*non L.*)
Ribes uva-crispa, L.
Peucedanum oreoselinum, Mœnch.[3]
Laserpitium Nestleri, Soy. Willm. var. hispidum, Lec. et Lamt.
Torilis anthriscus, L.
Athamanta cretensis, L.
Galium Prostii, Jord.
Aster alpinus, L.
Crepis albida, Vill.
Hieracium saxatile, Vill.[2]
Androsace maxima, L.
Veronica præcox, L.
Melampyrum nemorosum, L.
Euphrasia salisburgensis, Funk.
Salvia Æthiopis, L.
Chenopodium hybridum, L.
Populus tremula, L.
Asparagus tenuifolius, Lam.
Allium flavum, L.
Epipactis atrorubens, Hoffm.
Festuca spadicea, L.

---

[1] Vient d'être trouvé aussi à la Sérane, par MM. Barrandon et Richter.

[2] M. l'abbé Revel, l'auteur du *Batrachium radians*, étant venu de Rodez passer quelques jours avec nous au Caylar, a recueilli le premier cette espèce, dont nous sommes heureux de lui attribuer la découverte. Elle s'est montrée à nous en abondance, quelque temps après, au milieu des champs et des rochers.

[3] A été trouvé aussi par MM. Barrandon et Richter sur la Sérane.

III. *Espèces qui croissent à nos deux localités.*

Viola canina, L.
Chræophyllum temulum, L.
Triticum caninum, L.

B. Plantes trouvées déjà dans les arrondissements de Béziers et St-Pons, mais non signalées dans ceux de Lodève et de Montpellier.

I. *Espèces des environs du Bousquet.*

Spergula arvensis, L.
Stellaria uliginosa, Murr.
Malva moschata, L.; var. laciniata.
Hypericum Androsæmum, L.
Calycotome spinosa, Link.
Epilobium collinum, Gm.
Montia rivularis, Gm.
Corrigiola littoralis, L.
Scleranthus perennis, L.
Sedum hirsutum, L.
Chrysosplenium oppositifolium, L.
Cirsium palustre, Scop.
Veronica serpyllifolia, L.
Orobanche rapum, Thuil.
Prunella grandiflora, Jacq.
Orchis maculata, L.
Carex remota, L.
Festuca sciuroides, Roth.
Polystichum filix-mas, Roth.
Aspidium filix-femina, Sw.
A. angulare, Kitaibel.
Asplenium septentrionale, Sw.

II. *Espèces du Caylar.*

Aconitum lycoctonum, L.
Barbarea intermedia, Bor.
Dentaria pinnata, Lam.
Draba aizoides, L.
Camelina sylvestris, Wallr.
Astragalus glycyphyllos, L.
Epilobium montanum, L.
Sedum telephium, L. (*verum*) *S. maximum, Sutt.*
Laserpitium Siler, L.
Conium maculatum, L.
Valeriana officinalis, L.
V. tripteris, L.
Artemisia vulgaris, L.
Cirsium eriophorum, Scop.
Verbascum Lychnitis, L.
Scrophularia nodosa, L.
Euphorbia Duvalii, Lec. et Lam. *E. papillosa, Poux.*
Cystopteris fragilis, Bernh.

III. *Espèces communes aux deux localités.*

Viola segetalis, Jord.	Heracleum Lecokii, G.G.
Sarothamnus vulgaris, Wimm.	Stachys sylvatica, L.

Pour assigner à chacune des espèces de notre catalogue son *habitat* particulier, il suffirait à un botaniste un peu exercé de connaître la nature du sol, l'altitude et la température des deux localités qui les produisent.

La riante vallée du Bousquet, si intéressante par l'extrême variété de ses plantes, est le rendez-vous de deux Flores très-riches et très-distinctes : celle de la région des oliviers et celle des montagnes. Sans doute, on chercherait vainement au Bousquet les plantes maritimes du littoral; mais, par contre, les espèces montagnardes dont Montpellier est dépourvu, y font compensation et contrastent agréablement avec celles de la plaine, qui accompagnent ici l'olivier jusqu'au pied du Méguillou. Ces dernières, généralement très-méridionales, sont nombreuses au Bousquet; mais nous sortirions de notre sujet en les nommant, puisqu'elles croissent également autour de Montpellier. Il faut excepter néanmoins le *Calycotome spinosa* de notre liste, qui, semblant éviter le calcaire Montpelliérain, dont il s'accommode peu, est venu s'établir ici sur des collines argilo-siliceuses, où il est assez abondant pour exciter par ses longues épines la répulsion particulière des chasseurs.

Nous avons enregistré, de la même localité, quelques espèces hydrophiles qui, bien qu'insensibles au froid, n'existent point sur le plateau sans eau du Larzac, où elles ne pourraient trouver la première condition physique de leur existence. La même cause les a exclues aussi de Montpellier, dont le sol, généralement sec, est dépourvu des cours d'eau à fond siliceux et des rochers humides, qui ont la prédilection de la plupart de ces plantes. En voici les noms :

Sagina procumbens.	Cirsium palustre.
Stellaria uliginosa.	Salix amygdalina.
Hypericum Androsæmum.	Scirpus compressus.
Lotus uliginosus.	Carex remota.
Epilobium obscurum.	Aspidium filix-femina.
Montia rivularis.	A. angulare.
Chrysosplenium oppositifolium.	Polystichum filix-mas.

En recueillant ces espèces au bord ou dans le lit des ruisseaux du Bousquet, où elles sont assez rares, nous avons été frappé par le souvenir que toutes sont abondantes à Mayres, au sommet de l'Ardèche, où nous les avons vues couvrir les bords et le lit à moitié desséché de cette rivière. Nous n'en voulons pas conclure que l'Ardèche et ses affluents soient le point de départ primitif de ces plantes ; mais une chose remarquable, c'est que

le *Latyrus cyrrhosus*, rare espèce que nous avons trouvée avec surprise et bonheur au Bousquet, s'est présenté aussi à nous dans les champs de Mayres, où il est commun.

Les espèces semi-montagnardes du Bousquet ont un cachet central et semblent être descendues peu à peu des Cévennes. Nous pouvons citer: *Malva moschata*, *Epilobium collinum*, *Scleranthus perennis*, *Sedum hirsutum*, *Heracleum Lecokii*, *Prunella grandiflora*, *Carex leporina*.

Quant à nos plantes du Caylar, si intéressantes pour l'Hérault, elles ont un *facies* tranché et bien distinct. Nous avons entendu des botanistes dénigrer cet aride plateau, où la culture est décourageante sans doute, mais dont la végétation spontanée offre un véritable intérêt. Ils seront de notre avis, et nous leur garantissons du succès, pourvu qu'en explorant les rochers dont la plaine du Caylar est hérissée, ils remplissent certaines conditions sans lesquelles il n'y a point d'herborisation fructueuse : ces conditions consistent à jouir d'une bonne vue, à bien inculquer dans sa mémoire les caractères distinctifs des espèces, et à cheminer très-lentement. Nous avons retrouvé au Caylar toute la riche flore du chef-lieu de la Lozère, dont l'altitude est la même (752 mètres) et les roches voisines identiques [1].

La complète similitude de ces deux flores ne pourrait nous surprendre s'il s'agissait d'espèces communes, mais celles de Mende et du Caylar sont loin de croître partout.

---

[1] Le sol dont nous parlons est formé à Mende et au Caylar de roches dolomitiques qui se délitent avec une extrême facilité. Nous croyons, avec M. Thurmann, dans son *Essai de phytostatique*, que le mode de désagrégation mécanique des roches, l'hygroscopicité ou la sécheresse d'un terrain, influent sur la dispersion des plantes beaucoup plus que la nature chimique de ce terrain. Son âge géologique surtout nous semble ici sans effet, et les botanistes qui le font intervenir à tort dans leurs Flores, prouvent uniquement qu'ils ne sont pas étrangers à la géologie. Pour ce qui est de la nature chimique du sol, nous en croyons l'influence assez faible, et la part de la dolomie, si elle en a dans le cas dont nous parlons, nous paraît fort difficile à déterminer. De même qu'on a décrit beaucoup de fausses espèces d'après les formes d'une seule localité et d'un seul pays, de même aussi, quand on envisage un point restreint plus que l'ensemble, il arrive souvent qu'une espèce qu'on croit spéciale à une sorte de terrain croît ailleurs sur un sol d'une nature différente Nous en trouvons un exemple dans le *Catalogue des plantes de la Charente*, par M. de Rochebrune, où l'auteur dit, en parlant du *Sedum anopetalum DC.* « *Cette espèce qui, selon M. Planchon (Bulletin Soc. bot. de France*, tom. I, pag. 218), *serait caractéristique des terrains dolomitiques, par une contradiction singulière* » (pas si singulière) « *ne croît dans la Charente que dans les terrains qui ne renferment aucune trace de magnésie. Les localités où dominent les calcaires dolomitiques ne produisent pas même un seul pied du Sedum en question.* » Tout nous porte donc à souscrire sans réserve à ces sages réflexions d'un de nos plus savants professeurs de botanique : « *Plus les observations se multiplient, plus on voit diminuer le nombre des espèces qu'on croyait propres à telle ou telle autre nature de terrain, et plus on doit être réservé sur les assertions relatives à des questions de ce genre.* » (Clos; *Revue des sociétés savantes*, 11 juillet 1862.)

Quel botaniste ne serait frappé comme nous de ce parallélisme, en voyant des deux côtés, dans les rochers dolomitiques : *Draba aizoides*, *Arenaria hispida*, *Viola arenaria*, *Anthyllis montana*, *Potentilla caulescens*, *Laserpitium siler*, *Laserpitium Nestleri*, *Athamanta cretensis*, *Hieracium saxatile*, *Euphorbia Duvalii*, *Allium flavum*, etc.; dans les champs pierreux et au bord des sentiers : *Astragalus glycyphyllos*, *Galium Prostii*, *Salvia Æthiopis*, *Androsace maxima*, *Melica nebrodensis*; dans les bois : *Rhamnus alpinus*, *Heracleum Lecokii*, *Melampyrum memorosum*.

On nous demandera peut-être comment nous expliquons cette coïncidence remarquable. La science qui remonte si difficilement aux causes, et qu'on serait tenté de définir, avec un peu d'irrévérence, *le doute sur tout*, rencontre, hélas ! des mystères à chaque pas. La botanique n'est point exempte de ces désolantes ténèbres, et l'explication de la distribution actuelle des végétaux, conséquence de leur distribntion primitive, est un de ses plus difficiles problèmes. Selon nous, les deux flores si semblables de Mende et du Caylar ont dû être l'une et l'autre, dès l'origine, libéralement dotées par la volonté créatrice. Nous ne croyons pas, en effet, qu'il ait fallu la lenteur et le long travail des siècles pour que toutes les espèces créées sur l'un de ces deux points aient rayonné vers le point opposé. Toutefois, nous devons faire exception pour quelques-unes d'entre elles qui sont visiblement autochthones dans les Hautes Cévennes et la Lozère, et qui ne sont descendues qu'en très-petit nombre au Caylar où elles paraissent encore relativement rares. Nous citerons en particulier le *Salvia Æthiopis*, le *Galium Prostii*, si dru sur les collines de Mende, mais très-rare au Caylar, et l'*Heracleum Lecokii*, commun dans la Lozère, bien plus rare au Caylar, et dont quelques pieds seulement sont arrivés jusqu'au Bousquet. Disons, pour compléter ce parallèle, que certaines espèces méridionales tendent à s'élever vers Mende par Anduze et Saint-Jean-du-Gard, comme elles escaladent, par le côté de Lodève, le plateau du Caylar. Toutefois plus éloignées de leur pays natal, lorsqu'elles approchent de la Lozère, elles s'aventurent dans ces montagnes bien plus timidement qu'à l'extrémité méridionale du Larzac. Pour arriver à Mende, en effet, les assauts à livrer sont beaucoup plus nombreux, et presque tous les assaillants succombent en route, malgré les abris protecteurs que leur offrent certaines pentes des Cévennes. Chez nous, au contraire, on peut affirmer que des graines innombrables sont transportées immédiatement de la région des Oliviers sur le Larzac; et si la plupart trouvent dans la rigueur de la température un obstacle invincible à leur développement, il en est un certain nombre néanmoins qui finissent par s'acclimater. Bien que ces espèces ne puissent faire partie de notre catalogue, puisque leur centre de création est dans la région chaude et qu'elles se trouvent à Montpellier, nous cédons au désir d'en citer ici quelques-unes qui, grâce à un tempérament plus robuste qu'on ne le pense généralement, paraissent définitivement établies sur le plateau glacial du Caylar. Nous nommerons seulement : *Clypeola microcarpa Moris*, *Cytisus sessilifolius*, *Helianthemum salicifolium*, *Orlaya platycarpos*, *Scandix australis*, *Pterotheca nemausensis*, *Valerianella echinata*, *Lonicera etrusca*, *Phlomis herba-venti*, *Teucrium Polium*, *Aristolochia Pistolochia*, *Echinaria capitata*. Ne pourrait-on pas dire de ces plantes, bien fixées

aujourd'hui sur le Larzac, qu'en franchissant les quelques kilomètres qui séparent Lodève de cette froide région, elles se sont avancées climatologiquement de cent à deux cents lieues vers le Nord?

Quelques-unes de nos espèces, outre leur intérêt spécial pour le département, intéressent aussi, au point de vue géographique, la flore française elle-même. Ainsi, le *Carex punctata* du Bousquet, mentionné presque exclusivement sur les coteaux voisins de la mer, en est ici assez éloigné. Notre nouvel *habitat* du *Lathyrus cirrhosus* relie, par un anneau intermédiaire, les Pyrénées-Orientales où on le connaît depuis longtemps, avec les Hautes Cévennes où nous l'avons découvert l'an dernier. Le *Senecio lividus*, signalé à Anduze et à la Montagne-Noire, et que nous venons de rencontrer près du Bousquet, sur le territoire de Lunas, rapproche aussi les deux localités déjà connues que nous venons de nommer. C'est ainsi que les graines dispersées accroissent, dans le cours des siècles, les représentants de leurs espèces, et en étendent peu à peu l'aire de végétation. Aussi est-il naturel de penser que les espèces connues aujourd'hui à un petit nombre de localités seulement, finiront, comme celles qui sont réputées communes, par s'installer sur tous les points du globe où elles pourront trouver les conditions de vie et de développement que Dieu leur a assignées.

L'origine que nous avons donnée à une partie de nos plantes s'explique par trois causes puissantes dans le pays qui nous occupe. Les graines y sont transportées d'abord par les véhicules et les nombreux attelages qui sillonnent constamment la route de Lodève à Milhau, la plus fréquentée peut-être du département; en second lieu, par les troupeaux qui gagnent les montagnes au printemps pour en descendre à l'automne; et enfin, par l'action du vent. Ce dernier moyen de transport n'est, à la vérité, dans les cas ordinaires, qu'une faible cause de dissémination pour les graines; mais il n'en peut être ainsi dans un pays où le vent lance au visage le sable le plus grossier et où les arbres, inclinés au Midi, attestent en même temps sa direction habituelle et son extrême violence. Cette action des vents violents sur les graines nous a été plus d'une fois démontrée dans les Pyrénées et les Alpes, par l'affluence de végétaux plus variés et plus nombreux, au pied des rochers qui sont habituellement battus de face par des vents impétueux.

Avant de terminer, disons un mot de deux conclusions que nous ont suggérées nos découvertes. La première, c'est que la partie nord et nord-ouest de l'Hérault, peu visitée sans doute par les botanistes de Montpellier, a été jusqu'ici trop négligée. Le littoral, la Sérane et la plaine intermédiaire ont toujours eu, en effet, comme l'inspection de nos grands herbiers en fait foi, la prédilection spéciale de ces botanistes. Lorsqu'ils pouvaient prolonger leurs excursions, l'Espérou avait pour eux un attrait spécial, l'Aigoual même a été de tout temps le but de nombreuses explorations, quoique la Flore de Montpellier réclamât également les productions de Béziers, de Saint-Pons et de Lodève[1].

---

[1] Tout ce que nous disons de la flore de Montpellier doit s'entendre d'une flore limitée

Notre seconde conclusion c'est que personne jusqu'ici n'était prêt à publier une Flore de Montpellier suffisamment complète. Cela paraît évident, surtout lorsqu'on pense que les botanistes du pays ont toujours attribué à la flore de Montpellier, non-seulement le territoire compris dans l'Hérault, mais encore une grande partie de celui du Gard. où l'on a fait aussi récemment d'assez nombreuses découvertes. Nous croyons du reste que, même en se bornant au département de l'Hérault, cette flore est, pour des raisons qu'il serait trop long d'exposer ici, l'une des flores locales les plus difficiles. Le savant professeur Dunal et son élève et collaborateur de Girard, après avoir réuni de nombreux matériaux, étaient prêts, dit-on, à publier la partie cryptogamique de leur flore projetée, mais il est probable que le reste se serait fait attendre; car on voit, en parcourant leurs riches collections déposées à la Faculté des sciences, et que M. Gervais nous a communiquées, qu'il leur fallait beaucoup de temps encore pour discuter un grand nombre d'espèces alors mal connues. Dunal d'ailleurs avait trop de sens et de jugement pour se hâter de livrer au public un travail indigne de sa réputation. Il sentait le besoin d'étudier plus sérieusement que jamais et d'approfondir la partie descriptive et systématique de la botanique, partie la plus nécessaire au floriste et, nous le disons avec regret, la plus négligée depuis longtemps en France. Beaucoup d'éminents botanistes semblent méconnaître en effet, chez nous, une vérité bien exprimée par Scopoli, et à laquelle les Italiens et les Allemands attachent une grande importance: *Cognitio specierum primus rei herbariæ scopus.*

Terminons en exprimant l'espoir que ce compte-rendu de nos herborisations sera bien accueilli par les botanistes du pays. Nous avons exposé nos découvertes sans aucune prétention, avec le seul désir d'être utile à un pays que nous aimons, et de contribuer pour notre faible part au perfectionnement d'une flore à laquelle tous les botanistes, ici, doivent travailler sans rivalité, et avec le désintéressement et les vues élevées qui sont toujours l'apanage des vrais amis de la science.

---

par les bornes mêmes du département de l'Hérault. Les limites politiques qui, scientifiquement parlant, sont presque toujours peu naturelles, ont du moins l'avantage d'être précises et bien comprises par tout le monde. Les circonscriptions dites naturelles, bien que plus philosophiques, sont rarement limitées de la même façon par tous les botanistes. D'ailleurs, lorsque chaque département possédera une bonne Flore, la géographie botanique aura son tour, et l'on pourra alors diviser la France en un certain nombre de circonscriptions naturelles, auxquelles il sera facile d'assigner leur contingent respectif d'espèces.

Montpellier, le 18 novembre 1864.

APPENDICE

Par le titre que nous avons adopté, nous nous sommes imposé l'obligation de ne parler, dans notre article, que de plantes qui croissent autour du Bousquet d'Orb et du Caylar. En énumérant les nombreuses espèces nouvelles pour l'Hérault, qu'il nous a été donné de faire dans un espace aussi restreint, nous avons voulu ranimer l'espérance des herborisateurs qui ont pris à tâche d'explorer, chaque été, le département. Puissions-nous raviver ce sentiment chez eux et leur prouver qu'ils ont tort souvent de se décourager, par la pensée qu'il n'y a plus chez nous de découverte possible! On en peut faire partout encore dans l'Hérault, et l'on nous permettra d'allonger un peu cette note, pour en donner quelques nouvelles preuves.

L'*Echium maritimum*, Wild. et le *Lasiagrostis Calamagrostis*, Link, manquaient à notre Flore, M. Barrandon vient de trouver le premier à Cette, et le second à Valflaunès, près du pic Saint-Loup. Notre ami M. Richter, qui a contribué, lorsqu'il habitait le département de l'Ain, à accroître la Flore de M. l'abbé Cariot, et qui travaille aujourd'hui à enrichir celle de Montpellier, vient de rencontrer à un kilomètre de la ville, une touffe de *Phalaris cærulescens*, Desf., et un ou deux pieds du *Crepis rubra*, L. Cette dernière plante a été signalée par Gouan près de Montpellier; mais MM. Grenier et Godron n'ont osé, d'après un témoignage suspect et souvent erroné, l'admettre au nombre des espèces françaises. Le modeste et sagace observateur dont nous venons de parler, a découvert aussi, près de la Colombière, le *Celsia orientalis*, L., plante qui ne peut à aucun titre être admise dans une Flore de Montpellier. Elle figure dans la liste des espèces semées par Sauvages, et nous avons lieu, en effet, de la considérer comme un rare représentant des funestes semis pratiqués alors ici par tout le monde, et dont la mode est heureusement passée. Un professeur du collége de Pézenas, M. Auboui, pendant son séjour au Caylar, où il est venu nous voir l'été dernier, a recueilli sur l'Escandorgue, dans le bois de Romiguières, l'*Arabis perfoliata*, Lam. M. Sers, garde-général des forêts à Bédarieux, nous a remis des échantillons de *Pinus picea*, L. (*Abies pectinata*, DC.), dont quelques pieds, jeunes encore, mais spontanés, se sont présentés à l'un de ses gardes, dans la forêt des Aires, près d'Hérépian, canton de Saint-Gervais. Nous avons trouvé nous-même en abondance, dans les rochers de l'Escalette, à 4 kilomètres du Caylar, le *Centaurea maculosa*, Lam., et non loin de là, au sommet de la rivière de l'Ergue, deux hybrides de Menthe, les *Mentha rotundifolio-sylvestris*, et *M. sylvestri-rotundifolia*, Wirtgen, croissant au milieu des parents. Terminons par la mention d'un hybride de *Verbascum* que nous croyons nouveau dans la science, et qui s'est présenté à nous au Bousquet d'Orb, mais qui n'a pu figurer au nombre des espèces légitimes dont nous avons plus haut donné la liste. Nous voulons parler du *Verbascum pulverulento-sinuatum*, que nous signalons ici sans attacher à ces productions, toujours passagères lorsqu'elles manquent de stolons, l'importance qu'on leur a donnée dans quelques-unes de nos Flores. Cette plante s'est montrée à nous avec le *Verbascum sinuato-pulverulentum*, mentionné déjà près de Montpellier par M. Godron, et dont nous l'avons distinguée sur place, non-seulement par ses caractères floraux plus voisins de ceux de la plante paternelle, mais aussi par sa situation relativement aux deux espèces génératrices.

RECHERCHES

SUR

LA DILATATION DU SOUFRE,

Par M. A. MOITESSIER.

La dilatation du soufre a été étudiée par Despretz, qui a signalé, en 1838, une anomalie singulière présentée par cette substance : tandis que le coefficient de dilatation des solides et des liquides croît généralement avec la température, le soufre, au contraire, posséderait cette propriété remarquable, que son coefficient de dilatation diminue avec la température. Tels sont, dans leur ensemble, les résultats généraux du travail de Despretz pour quelques déterminations comprises entre 110° et 250° [1]. M. Ch. Deville [2] découvre, en 1856. l'existence du soufre insoluble dans le soufre mou ; en s'appuyant sur ce nouveau fait, M. Berthelot [3] étudie plus tard l'influence de la température sur la production du soufre insoluble, et fait remarquer les relations qui existent entre la diminution du coefficient de dilatation du soufre et l'augmentation de la quantité du soufre modifié.

Depuis les recherches de Despretz, cette question n'ayant été l'objet d'aucun nouveau travail, il m'a paru intéressant d'en reprendre l'étude. Un examen attentif des résultats obtenus par ce savant semblait indiquer, en effet, vers 200° ou 250°, une inflexion de la courbe et une tendance à rentrer dans les lois générales; mais les limites de température entre lesquelles sont comprises ses expériences ne permettaient aucune déduction rigoureuse; j'ai donc été conduit, pour élucider la question, à faire une nouvelle série de déterminations, depuis le point de fusion du soufre jusqu'à la température de son ébullition;

---

[1] Despretz, 1838; *Comptes-rendus de l'Académie*, VII.

[2] Ch. Deville, 1856; *Ann. de chim. et de phys.*, [3] XLVII.

[3] Berthelot, 1857 ; *Ann. de chim. et de phys.*, [3] XLIX, pag. 480.

des observations parallèles sur la formation du soufre insoluble m'ont permis en même temps d'étudier les relations qui rattachent ces deux phénomènes. Enfin, j'ai essayé de démontrer, par des expériences directes, la cause des anomalies que présente le soufre dans sa dilatation.

I.

Avant d'exposer les résultats de mes expériences, je dois décrire avec quelques détails les divers appareils dont j'ai fait usage, ainsi que les procédés opératoires qui ont servi à mes déterminations. Je consacrerai à cet exposé la première partie de ce travail.

Construction des thermomètres. — J'avais espéré, au début de ces recherches, pouvoir me servir d'instruments construits sur le principe des thermomètres à poids ; mais j'ai été bientôt forcé de renoncer à leur usage, à cause des difficultés que présente leur construction. Je parvenais, il est vrai, sans beaucoup de peine, à introduire le soufre dans ces appareils ; mais la contraction que ce corps éprouve en se solidifiant donnait lieu nécessairement à l'introduction d'une certaine quantité d'air qui, par une nouvelle fusion, se logeait dans la partie supérieure du tube et ne pouvait être chassée sans occasionner des pertes dans le poids de la substance. J'ai donc été obligé d'avoir recours à des thermomètres ordinaires, analogues par leur forme à ceux qui sont généralement adoptés pour les expériences de ce genre.

Ils se composent d'un tube A divisé en parties d'égale capacité (*fig.* 1), muni inférieurement d'un réservoir B étiré en pointe à son extrémité et surmonté d'un tube C, servant d'entonnoir. Le rapport entre le volume du réservoir et celui d'une division a été déterminé par les méthodes ordinaires, il a varié, pour les divers thermomètres dont j'ai fait usage, entre 941 et 1065.

La disposition suivante m'a paru la plus convenable pour introduire facilement le soufre dans ces thermomètres ; le tube est maintenu par une pince D dans une position inclinée, au-dessus d'une série de lampes à gaz permettant d'obtenir une flamme linéaire. Le liquide est introduit en petits fragments dans le réservoir C et maintenu en fusion à une température aussi basse que possible, pendant que l'on chauffe modérément tout le reste de l'appareil. Il est convenable de maintenir constamment la tige à une température inférieure à 150°, condition toujours facile à réaliser en observant le changement de coloration du soufre qu'elle renferme. Sans cette précaution, la résistance qu'oppose la viscosité du soufre l'empêche de couler et expose même à déformer le réservoir par l'application d'une chaleur trop intense. Dès que le soufre est complètement fondu, on abaisse la température du réservoir en modérant la flamme de la lampe E, et il ne tarde pas à se remplir en partie. On le chauffe alors de nouveau jusqu'à ce que le soufre qu'il

contient entre en ébullition, et, par un nouveau refroidissement, il se remplit presque en totalité. En répétant deux ou trois fois cette manœuvre, on arrive sans peine à expulser presque tout l'air de l'appareil; il reste cependant toujours une petite bulle que l'on chasse facilement en imprimant de légères secousses au tube encore chaud et maintenu dans une position verticale.

On laisse alors refroidir le thermomètre, en prenant les précautions nécessaires pour que le soufre qui remplit la tige reste liquide jusqu'à ce que celui du réservoir soit entièrement solidifié, et l'on détache d'un trait de lime l'entonnoir C; il ne reste plus ensuite qu'à régler la course de l'instrument. On y arrive facilement en chauffant la portion de la tige que l'on désire vider et en volatilisant complètement le soufre qu'elle renferme; on doit toutefois, dans cette opération, ne chauffer qu'avec le plus grand soin, car le verre commence à se ramollir à la température d'ébullition du soufre, et l'on est exposé à déformer le tube et à changer ainsi les rapports de volume entre le réservoir et les divisions. Avec quelques précautions cependant, on peut facilement éviter des accidents de ce genre, et j'ai pu m'assurer directement, pour quelques cas, que ces rapports n'avaient subi aucune variation.

Purification du soufre. — J'ai employé, dans cette étude, du soufre provenant d'origines diverses et toujours purifié avec beaucoup de soin. Le plus grand nombre de mes déterminations ont été faites avec du soufre obtenu par la décomposition de l'hyposulfite de soude. Ce sel dissous dans l'eau a été traité par une quantité convenable d'acide sulfurique pur; le soufre qui s'est déposé a été recueilli sur des filtres et lavé pendant longtemps à l'eau distillée bouillante; je l'ai alors desséché dans une étuve et fondu ensuite, en ne dépassant pas la température de 120° environ. Enfin, je l'ai dissous dans du sulfure de carbone et fait cristalliser par l'évaporation de ce liquide; je l'ai enfin soumis à une nouvelle fusion pour chasser les dernières traces du dissolvant. C'est dans cet état qu'il a servi à mes expériences.

J'ai également préparé une certaine quantité de soufre, en décomposant par l'eau du chlorure de soufre. Le produit ainsi obtenu a été purifié, comme le précédent, par de nombreux lavages et par une cristallisation dans le sulfure de carbone.

Enfin, dans plusieurs cas je me suis servi du soufre en canon du commerce, que j'ai purifié par une simple distillation.

Pour examiner si l'origine du soufre avait quelque influence sur sa dilatation, j'ai fait parallèlement quelques déterminations avec chacun de ces échantillons, et je n'ai pas tardé à m'assurer d'une identité absolue dans les résultats obtenus, ce qui m'a conduit à les confondre dans le calcul des coefficients. Le plus grand nombre de mes recherches ayant été faites avec le soufre provenant de l'hyposulfite, je me contenterai d'indiquer, en exposant mes expériences, les cas où j'ai employé du soufre ayant une autre origine.

Appareil de chauffage. — J'ai dû, avant de commencer ces recherches, me préoccuper

d'un moyen de chauffage susceptible de donner des températures comprises dans des limites assez éloignées et pouvant demeurer constantes pendant un temps assez long. Les bains d'huile, généralement employés pour ce genre d'expériences, se prêtaient mal au but que j'avais en vue : ils commencent à devenir très-incommodes vers 200° et montent difficilement au-dessus de 250°. Désirant poursuivre mes déterminations à des températures supérieures, je ne pouvais avoir recours à ce moyen ; j'ai cependant, dans quelques cas spéciaux, été obligé de me servir de bains d'huile ; je les chauffais alors d'une manière particulière qui sera indiquée plus loin.

Après quelques tâtonnements, j'ai donné la préférence à un bain d'air chaud, qu'un appareil spécial permettait de maintenir à une température constante pendant un temps pour ainsi dire illimité, et susceptible en même temps d'être porté sans difficulté à des températures très-élevées. J'en décrirai avec quelques détails la disposition.

Cet appareil est représenté en perspective *fig.* 2. Les *fig.* 3 et 4 en montrent des sections verticale et horizontale. Il se compose d'un cylindre en tôle AA fermé à son extrémité inférieure, de 0,15 de diamètre et de 0,30 de hauteur ; il est percé à 0,08 de son bord supérieur de quatre ouvertures symétriques, sur lesquelles viennent s'ajuster des cheminées B. Dans l'intérieur de ce cylindre s'en trouve un second C, également en tôle et d'un plus petit diamètre ; celui-ci est muni supérieurement d'un rebord horizontal qui s'ajuste exactement sur le cylindre extérieur ; il porte inférieurement un fond percé d'une ouverture D, de 7 centimètres de diamètre. Les deux cylindres sont ainsi séparés par un espace annulaire, de façon que l'air chaud qui arrive par les cheminées B pénètre dans l'intérieur de l'appareil par l'ouverture inférieure D. L'appareil est fermé supérieurement par un couvercle en tôle épaisse muni d'un rebord vertical qui emboîte, sans le toucher, le cylindre extérieur. Ce couvercle est invariablement fixé à un arbre en fer forgé F, susceptible de tourner sur deux pointes situées, l'une en G' au fond de l'appareil, l'autre en G à la partie supérieure ; celle-ci est maintenue par deux montants verticaux qui s'élèvent à 0,35 au-dessus du couvercle, et sont fixés par des rivures sur le cylindre extérieur. L'arbre entraîne, dans son mouvement de rotation, le couvercle et toutes les pièces qui y sont assujéties. Quatre tiges de fer rigides H sont fixées au couvercle et reliées à leur partie inférieure par une croix en tôle ; ces tiges sont disposées de façon à pouvoir tourner dans le cylindre intérieur sans en toucher les parois ; elles sont percées de petits trous qui reçoivent des ailettes K en tôle mince, susceptibles de prendre diverses inclinaisons autour de leur axe. Ces ailettes constituent, dans l'intérieur de l'appareil, une double spirale qui, animée d'un mouvement de rotation continu, produit dans l'air qu'il renferme une agitation constante en le refoulant sans cesse vers la partie inférieure ; leur forme représentée *fig.* 3 est telle qu'il existe entre elles un espace circulaire dans lequel peuvent se loger les thermomètres T ou les tubes qui doivent être chauffés. Ceux-ci reposent inférieurement sur une plaque de tôle L percée de quatre trous et solidement fixée à deux fils de fer qui traversent le couvercle et viennent se relier en dehors de l'appareil à une douille en fer S,

qui peut glisser librement sur l'axe et être fixée à diverses hauteurs au moyen d'une vis de pression. Quatre ouvertures, disposées symétriquement sur le couvercle, laissent passer les tiges des thermomètres et les maintiennent dans une position verticale. Cette disposition permet, comme on le voit, de placer ces instruments dans l'appareil à une hauteur convenable, pour faire affleurer les colonnes à la surface du couvercle; de plus, ils participent au mouvement de rotation de l'axe et se trouvent ainsi plongés dans une source de chaleur uniforme. Tout l'appareil est supporté par quatre pieds en fer, qui l'élèvent à 0,18 au-dessus d'une planche épaisse lui servant de support.

Enfin, une poulie horizontale P est fixée à la partie supérieure de l'axe. Sa gorge reçoit une corde sans fin qui va rejoindre le moteur; celui-ci se compose d'un fort tournebroche qui fait tourner une grande poulie Q. Deux poulies de renvoi R transforment le mouvement vertical en mouvement horizontal. Ces diverses pièces sont fixées sur le pied droit de la cheminée et présentent une mobilité qui permet de donner à la corde une tension convenable.

J'ai employé, comme source de chaleur, le gaz de l'éclairage que deux gazomètres, placés hors du laboratoire, fournissaient sous une pression constante. Ces gazomètres avaient chacun une capacité de 500 litres. Leur disposition permettait de remplir l'un pendant que l'autre se vidait, de sorte que les expériences pouvaient être prolongées indéfiniment. Un distributeur O, muni de plusieurs robinets, alimentait des brûleurs à gaz ordinaires N, dont l'extrémité s'engageait dans l'intérieur des cheminées. Le fond de l'appareil pouvait être chauffé directement à l'aide d'une lampe à disque. Lorsqu'il s'agissait d'obtenir des températures supérieures à 250°, je remplaçais les brûleurs par des lampes à double courant alimentées par l'air d'une trompe; je pouvais par ce moyen élever la température jusqu'à 350° et même au-delà, mais je me suis toujours tenu au-dessous de cette limite. Il devenait très-facile, avec cette disposition, d'obtenir une température uniforme dans toute la hauteur de l'appareil; il sufisait pour cela de régler d'une manière convenable les lampes placées sous les cheminées et celle qui chauffait directement le fond de l'appareil.

Dans toutes mes expériences, la température intérieure était indiquée par deux thermomètres. L'un était plongé dans la couche d'air supérieure, le second avait son réservoir au niveau de ceux des thermomètres à soufre; il était enfermé dans un tube de verre cylindrique contenant du mercure; sa colonne était entièrement plongée dans l'appareil. Dans quelques cas cependant, une partie de celle-ci dépassait de quelques degrés la surface du couvercle.

La lecture des thermomètres, soit à mercure, soit à soufre, s'effectuait à l'aide d'un viseur placé à un mètre de l'appareil. Quelques expériences préliminaires m'avaient appris qu'il fallait environ trois quarts d'heure pour que la température du soufre devînt égale à celle du mercure. J'ai fait cette détermination en comparant deux thermomètres dont l'un plongeait dans un tube contenant du mercure, et l'autre dans une masse de soufre

égale à celle que renfermaient mes thermomètres à soufre. Le second était d'abord en retard sur le premier de quelques degrés, mais au bout de trente à quarante minutes il n'y avait plus de différence appréciable. Pour éloigner d'une manière complète les erreurs qui auraient pu provenir de cette cause, je n'ai fait de lectures définitives que lorsque la température du mercure avait été maintenue constante pendant une heure au moins. Un aide désembrayait alors la poulie P, et élevait la douille S jusqu'à ce que la partie supérieure des colonnes thermométriques apparût au-dessus du couvercle. Je faisais aussitôt la lecture à l'aide d'une lunette permettant d'apprécier facilement un dixième de division.

Dans le cas où le mercure des thermomètres ne pouvait être maintenu en entier dans l'appareil, j'ai tenu compte des erreurs légères qui pouvaient en résulter, en corrigeant leurs indications à l'aide des formules généralement employées. Enfin, toutes les températures observées ont été rapportées au thermomètre à air. Les thermomètres dont je me suis servi étaient en cristal, leur réservoir était soufflé dans le tube même. Bien que je n'aie pu avoir des données précises sur la dilatation du verre de ces instruments, j'ai cru pouvoir supposer, sans erreur sensible, que leur marche était parallèle à celle des thermomètres en cristal de Choisy-le-Roi. En rapportant leurs indications à celles du thermomètre à air, j'ai fait usage des nombres donnés par M. Regnault pour des instruments de cette nature.

J'ai été obligé, dans quelques-unes de ces expériences, d'avoir recours à un bain d'huile. J'ai pu dans ces cas obtenir une température constante et très-uniforme dans toute la masse du liquide, en appliquant l'appareil précédent au chauffage de ce bain. J'enlevais alors le couvercle et le système d'agitateurs, ainsi que le cylindre en tôle intérieure, que je remplaçais par un vase en cuivre à peu près du même diamètre; je chauffais ensuite comme je l'ai indiqué plus haut; en réglant convenablement le feu des lampes, j'arrivais à produire une température qui pouvait être maintenue uniforme, à moins d'un degré près du haut en bas de la couche liquide.

Enfin, j'ai tenu à faire une de mes déterminations à la température de l'ébullition du soufre. Dans l'impossibilité de mesurer avec exactitude une température aussi élevée, j'ai employé comme source de chaleur un bain de soufre maintenu en ébullition dans un creuset de terre. La *figure* 5 indique la disposition de l'appareil dont j'ai fait usage.

Analyses de soufre. — Le but de ces analyses était de déterminer la quantité de soufre insoluble qui se forme sous l'influence de la chaleur à diverses températures. M. Berthelot a déjà signalé dans un travail de ce genre les causes nombreuses qui, en faisant varier les résultats de l'expérience, empêchent d'obtenir en valeur absolue la quantité de soufre insoluble qui existe à une température déterminée. J'avais besoin, pour mes recherches, de pousser les déterminations au-delà des limites que s'était imposées ce savant; et pour rendre mes résultats comparables entre eux, j'ai dû faire une série complète d'observations

depuis les températures les plus basses jusqu'aux plus élevées. Toutes mes expériences ont été faites dans des conditions aussi identiques que possible ; elles n'avaient d'ailleurs d'autre objet que de déterminer des rapports et de m'indiquer dans quel sens pouvait varier la quantité de soufre modifié.

M. Berthelot a indiqué l'influence qu'exerçait sur les résultats de ces déterminations la nature du liquide employé pour refroidir ; j'ai donné la préférence à l'éther, qui, par son point d'ébullition peu élevé, présente l'avantage de donner une température finale constante et relativement assez basse.

Le soufre fondu qu'il s'agissait d'analyser était renfermé dans des tubes de verre mince, de 15 millimètres de diamètre environ, et fermés à leur extrémité inférieure. Ces tubes étaient chauffés, soit dans l'appareil à air chaud, soit dans un bain d'huile. Enfin, un petit tube en verre très-mince plongeait durant toute l'expérience dans le soufre liquide, et servait de pipette pour en retirer la portion qui devait être analysée. Toutes mes pipettes étaient sensiblement du même diamètre et étaient plongées dans une même épaisseur de soufre, de sorte que je puisais ainsi des quantités à peu près égales de cette substance. Cette quantité a varié de 4 à 5 gram. dans toutes mes expériences. Chaque prise d'essai était brusquement portée dans de l'éther contenu dans un mortier de porcelaine, où je broyais rapidement l'extrémité de la pipette. J'ai dû adopter cette manière d'opérer, à cause de la viscosité du soufre aux températures élevées : le liquide refusait alors de couler et n'aurait pu être aussi brusquement trempé par toute autre méthode. Quant à l'éther qui servait au refroidissement, il avait été préalablement saturé de soufre et était employé en même quantité pour toutes ces déterminations.

J'obtenais ainsi un mélange de soufre ordinaire, de soufre insoluble et de verre, que je desséchais rapidement dans le vide à la température ordinaire. Je prenais alors le poids du mélange et je le maintenais ensuite pendant 24 heures au contact du sulfure de carbone dans une fiole bouchée.

La portion insoluble dans le sulfure de carbone (soufre et verre) était recueillie sur deux filtres emboîtés l'un dans l'autre et d'un poids parfaitement identique. Le filtre extérieur devait servir de tare au second pendant la pesée; je lavais alors le mélange avec du sulfure de carbone pur, et j'en déterminais le poids après l'avoir desséché dans une étuve à 100°. La différence entre ce poids et le poids primitif représentait la quantité de soufre soluble contenue dans la matière analysée.

Enfin, le mélange de verre et de soufre obtenu par le traitement qui précède, était placé dans une petite capsule de porcelaine tarée et chauffée jusqu'à volatilisation complète du soufre. Je déterminais ainsi directement le poids du verre et, par différence, celui du soufre insoluble. La différence entre la quantité du verre et le poids total du mélange me faisait connaître la quantité de soufre sur laquelle j'avais opéré.

J'ai essayé à plusieurs reprises de déterminer directement, comme contrôle, la proportion de soufre contenue dans la dissolution sulfocarbonique. Mais cette opération est

entourée de difficultés qui ont dû m'y faire renoncer. L'évaporation des dernières traces de sulfure de carbone ne s'achève qu'avec beaucoup de peine ; il est même nécessaire de chauffer le résidu à 100° dans un courant d'air sec, et dans ces conditions on perd nécessairement une petite quantité de soufre entraîné par le courant gazeux.

Plusieurs savants ont signalé une modification particulière du soufre qui se produit ordinairement dans les conditions précédentes. La dissolution sulfocarbonique laisse presque toujours déposer par l'évaporation une petite quantité de soufre qui devient insoluble dans le sulfure de carbone. Pour m'asurer de l'influence que pouvait exercer cette transformation sur les résultats de l'expérience, j'ai pesé dans quelques cas le soufre devenu insoluble pendant l'évaporation; son poids ne s'est jamais élevé à plus d'un centième de celui de la substance analysée. Ce rapport étant de beaucoup inférieur aux erreurs d'analyse, j'ai cru devoir n'en tenir aucun compte dans mes résultats définitifs.

II.

Dilatation du verre. — La dilatation du verre ne devait exercer sur les résultats de mes expériences qu'une influence légère. Aussi n'ai-je pas cru utile de déterminer pour chacune de mes enveloppes leur coefficient de dilatation; tous les réservoirs avaient d'ailleurs été pris dans le même tube, ce qui rendait les instruments parfaitement comparables entre eux.

Les nombres suivants indiquent les résultats de deux déterminations effectuées : l'une entre 13°,4 et 100°,4, la seconde entre 100°,4 et 200°,1.

13°,4 à 100°,4...........	0,00002596
100°,4 à 200°,1...........	0,00002793

M. Regnault avait trouvé pour le coefficient du verre blanc ordinaire, entre 0° et 100°, le nombre 0,00002648, qui ne diffère pas sensiblement du précédent. J'ai adopté pour tous mes calculs le nombre 0,00002793, qui correspond à des températures plus voisines de la plupart de mes déterminations.

Dilatation du soufre. — *1re série.*— Cette série d'expériences a eu pour but de déterminer la dilatation du soufre pour diverses températures, en partant toujours de la même origine.

J'ai fait usage de trois thermomètres dont la course avait été réglée de telle façon, que les indications du premier pouvaient s'étendre de 110° à 180° environ; celles du second étaient comprises entre 130 et 350, enfin celles du troisième commençaient à 180°. Les tubes n° 1 et n° 2 ont d'abord été chauffés simultanément, et, lorsque la dilatation du soufre était suffisante pour élever le liquide du n° 2 au sommet de la colonne, celui-ci a été remplacé par le n° 3. J'avais ainsi le double avantage de pouvoir faire une série de dé-

terminations à partir de la même température, et de contrôler presque tous mes résultats par une double observation. Un accident m'a cependant privé d'un de ces contrôles : le tube n° 1 s'est brisé avant la fin de l'expérience, et n'a pu servir que dans des limites inférieures à celles qu'il devait parcourir.

Le tube n° 3 était destiné à être porté à la température d'ébullition du soufre ; mais après avoir observé sa marche jusqu'à 260°, j'avais lieu de craindre qu'il ne renfermât trop de liquide pour pouvoir atteindre cette température extrême : j'ai dû par conséquent faire sortir de l'instrument une certaine quantité de soufre, et je l'ai ensuite observé à la température de 315°, qui m'a servi de nouvelle origine.

Pour toutes les déterminations comprises entre 112 et 315 degrés, je me suis servi comme moyen de chauffage de l'appareil à air chaud que j'ai décrit au commencement de ce travail. Avant l'expérience, les thermomètres à soufre ont été maintenus pendant deux heures dans un bain d'huile chauffé à 115 degrés environ. J'avais pour but de transformer ainsi en soufre cristallisable le soufre insoluble qui s'était formé pendant la construction des thermomètres. Le même bain d'huile renfermait des tubes à essai contenant du soufre soumis aux mêmes influences que celui des thermomètres ; j'ai pu m'assurer sur ces échantillons que la transformation était complète en moins d'une heure. Cette opération préliminaire était répétée chaque fois que l'expérience avait été interrompue. Les thermomètres ainsi préparés étaient portés dans l'appareil préalablement chauffé, et la lecture définitive n'avait lieu que lorsque la température avait été maintenue constante pendant une heure au moins.

Quant à la détermination faite à la température d'ébullition du soufre, j'ai déjà indiqué la disposition de l'appareil qui devait me servir. Après avoir observé dans le tube n° 3 le volume du soufre à 315°, je l'ai porté dans la vapeur de soufre, et j'ai maintenu ce liquide en ébullition jusqu'à ce que le soufre ait atteint dans la tige une hauteur stationnaire.

Des nombres très-différents ont été indiqués par les auteurs qui ont déterminé la température d'ébullition du soufre; j'ai adopté dans mes recherches le nombre 440°, établi par M. Dumas, et dont l'exactitude est garantie par le nom même de l'auteur.

Les nombres contenus dans le tableau suivant expriment la dilatation absolue du soufre, déduite de cette expérience [1].

Les températures ont été rapportées au thermomètre à air, au moyen des tables construites par M. Regnault [2].

---

[1] Je désignerai par d la dilatation du soufre entre deux températures consécutives; par D la dilatation entre 110° et une température quelconque T; par δ le coefficient de dilatation du soufre.

[2] Le thermomètre N° 1 contenait du soufre en canon distillé. Les deux autres étaient remplis de soufre provenant de la décomposition de l'hyposulfite de soude.

T'—T	Tube n° 1. d	Tube n° 2. d	Tube n° 3. d
112,4 à 136,9	0,012548	»	»
136,9 152,5	0,006730	0,006697	»
152,5 176,4	»	0,005858	»
176,4 197,7	»	0,005368	0,005293
197,7 226,0	»	0,009939	0,009907
226,0 259,0	»	0,012756	0,011576
259,0 315,8	»	0,022579	»
315,8 440,0	»	»	0,059973

2me *série.* — Dans le but de contrôler par de nouvelles expériences les observations qui précèdent, j'ai fait, à diverses températures, un certain nombre de déterminations dont je donnerai ici les résultats. J'ai employé dans ces expériences les tubes n° 2, n° 4 et n° 5[1]; la température initiale variait avec chaque détermination. Je me suis constamment servi de l'appareil à air chaud, en prenant les mêmes précautions que pour les expériences de la première série.

Les nombres qui suivent expriment la dilatation du soufre calculée d'après les résultats obtenus, pour les différences de température observées. Comme pour la première série d'expériences, j'ai rapporté au thermomètre à air les indications du thermomètre à mercure.

Tube n° 1.	De 125,2	à	139,7	0,006925
»	139,7	à	159,9	0,007666
»	127,5	à	169,3	0,015449
Tube n° 4.	148,6	à	179,4	0,007363
Tube n° 5.	120,8	à	138,7	0,008638

La courbe correspondant à la première série ayant une marche régulière jusqu'à 180°, j'ai pu interpoler par une formule parabolique les résultats de la deuxième série, tous compris entre 120° et 180° ; je suis arrivé ainsi à des nombres qui ne s'éloignent pas notablement de la courbe expérimentale correspondant à la première série.

J'ai déterminé de la même manière la dilatation entre 110° et 112°,4. Les nombres contenus dans le tableau suivant indiquent la dilatation du soufre entre 110° et chacune des températures d'observation.

J'ai construit, d'après ces diverses déterminations, la courbe AA' contenue dans la *figure* 6.

---

[1] Le tube n° 5 renfermait du soufre obtenu par la décomposition du chlorure de soufre.

T	D	T	D
110 à 112,4	0,00136	110 à 159,9	0,02281
120,8	0,00594	169,3	0,02484
125,2	0,00822	176,4	0,02646
127,5	0,00939	179,4	0,02710
136,9	0,01391	197,7	0,03179
138,7	0,01458	226,0	0,04171
139,7	0,01513	259,0	0,05438
148,6	0,01974	315,8	0,07696
152,5	0,02062	440,0	0,13695

Enfin, d'après ces nombres, qui réunissent les résultats des deux séries d'expériences, j'ai calculé les coefficients de dilatation pour des différences de 20° dans les portions anormales de la courbe; j'ai espacé ces déterminations à partir des points où elles rentrent dans la loi générale. Les nombres qui suivent indiquent la valeur de ces coefficients pour un degré.

	δ		δ
110 à 120	0,000551	225 à 250	0,000338
120 à 140	0,000490	250 à 275	0,000356
140 à 160	0,000380	275 à 300	0,000374
160 à 180	0,000210	300 à 350	0,000401
180 à 200	0,000262	350 à 400	0,000437
200 à 225	0,000320	400 à 440	0,000469

On voit, d'après ces résultats, que le coefficient de dilatation du soufre éprouve avec la température des variations considérables. Sa valeur s'abaisse depuis le point de fusion du soufre jusqu'à 170° environ, où elle atteint son minimum : au-dessus de cette température elle s'accroît, et le soufre rentre alors dans la loi générale. La courbe de dilatation AA', construite d'après ces données, représente fidèlement ces variations. De 110° à 170°, elle tourne sa concavité vers l'axe des températures; vers 170°, elle éprouve un point d'inflexion remarquable, et tourne dans tout le reste de son étendue sa convexité vers l'axe des températures.

Les nombres auxquels m'ont conduit mes expériences présentent des différences notables avec ceux indiqués par Despretz. Ces variations, surtout sensibles pour les coefficients minimum, s'affaiblissent aux températures supérieures ou inférieures à 180°.

III.

Je devais, pour compléter cette étude, comparer les dilatations que j'avais observées aux quantités de soufre insoluble correspondant à chaque température. Les détermina-

tions déjà faites par M. Berthelot étaient trop peu nombreuses pour servir à ces recherches; aussi ai-je repris ce travail en étendant mes déterminations entre les limites de température comprises entre la fusion et l'ébullition du soufre.

J'avais espéré, en commençant cette étude, pouvoir saisir les rapports qui unissent la dilatation du soufre à la quantité de soufre insoluble qui existe dans le mélange; aussi mes premières déterminations ont-elles été faites aux températures où j'observais la dilatation; le soufre à analyser était maintenu dans le même bain que le tube à dilatation, et soumis aux mêmes influences; mais mes premiers résultats m'ont fait penser qu'un pareil problème était insoluble dans l'état actuel de la science, et je me suis alors affranchi des difficultés que cette manière d'opérer ajoutait à mes expériences. Je me suis contenté de déterminer la quantité de soufre qui se produit sous l'influence de la chaleur à des températures successivement croissantes, en poussant ces recherches jusqu'à l'ébullition du soufre. Avant d'indiquer les résultats qui m'ont permis de construire la courbe BB' représentée *figure* 6, j'exposerai quelques expériences préliminaires qui avaient pour but d'établir l'influence exercée par la durée de l'échauffement sur la quantité de soufre modifié.

Huit tubes à essai, fixés à un même support et renfermant chacun 10 grammes de soufre, ont été maintenus pendant une heure dans un bain d'huile à la température de 120° environ; je les ai alors brusquement portés dans un second bain d'huile chauffé à 165°, et dont la température pouvait être maintenue constante pendant plusieurs heures, grâce à la disposition que j'ai signalée précédemment. Le soufre a ensuite été analysé, en prenant les précautions déjà décrites, après 5, 15, 30 et 60 minutes d'échauffement. J'examinais simultanément deux échantillons, ce qui me permettait d'apporter un contrôle à mes résultats. Les quantités pour cent de soufre insoluble obtenues dans ces diverses conditions sont représentées par les nombres suivants :

Durée de l'échauffement.	Soufre insoluble pour cent.	Moyenne.
5 minutes..........	7,75 7,90	7,85
15 minutes..........	14,10 14,35	14,22
30 minutes..........	14,20 14,60	14,40
60 minutes..........	14,15 14,50	14,32

On doit conclure de ces résultats que la quantité de soufre insoluble atteint sa valeur maximum après 15 minutes d'échauffement dans un bain d'huile. Mais ces nombres ne me paraissaient pas applicables au cas où le soufre était chauffé dans l'appareil à air chaud, à cause de la conductibilité différente des deux milieux et de la faible masse de l'air comparée à celle de l'huile; j'ai dû faire par conséquent, dans ces nouvelles conditions, une

seconde série d'expériences dont les résultats sont contenus dans le tableau qui suit. La température du bain d'air était de 160° environ ; le soufre avait été préalablement maintenu pendant une heure dans un bain d'huile chauffé à 120°.

Durée de l'échauffement.	Soufre insoluble pour cent.	Moyenne.
15 minutes...........	11,41 12,50	11,95
30 minutes...........	13,80	13,80
60 minutes...........	13,15 13,90	13,52

Les résultats de cette expérience ne corcordent pas, comme on devait s'y attendre, avec ceux de la première ; on voit que la formation du soufre insoluble n'est pas encore complète après 15 minutes, mais elle a déjà atteint son maximum au bout d'une demi-heure. Je devais donc, dans toutes mes déterminations, prolonger l'action de la chaleur sur le soufre au-delà de cette limite. Pour éviter toutes les causes d'erreurs qui pouvaient être dues à cette influence, j'ai toujours attendu une heure et demie environ, avant de soumettre à la trempe le soufre qui devait être analysé.

La formation du soufre insoluble ne commencerait, d'après M. Berthelot, qu'à 155°, et des traces seulement se produiraient à cette température. En admettant que la présence du soufre, ainsi modifié, soit la cause des anomalies que présente la dilatation de ce corps simple, l'examen de la courbe qui représente cette dilatation pouvait faire supposer que la modification se produisait déjà à des températures inférieures, et commençait peut-être au point de fusion du soufre ; j'ai donc été conduit à donner à mes déterminations une origine inférieure à celle indiquée par M. Berthelot.

J'ai employé comme moyen de chauffage, dans toutes ces recherches, l'appareil à air chaud qui m'avait servi pour étudier la dilatation. Les tubes à soufre, avant d'être portés dans cet appareil, étaient maintenus pendant une heure au moins dans un bain d'huile chauffé à 120°, comme je l'avais fait pour mes autres déterminations. J'ai modifié la méthode expérimentale pour la seule expérience correspondant à la température d'ébullition du soufre ; dans ce cas, la substance a été chauffée directement dans un ballon de verre et maintenue bouillante pendant un quart d'heure. J'ai alors coulé le liquide dans l'éther, en opérant dans une atmosphère de gaz carbonique, pour éviter l'inflammation du soufre et celle de l'éther. J'ai eu recours à cette précaution pour toutes les déterminations supérieures à 250°. Les résultats de ces expériences sont contenus dans le tableau suivant. Les températures observées ont, comme dans les autres cas, été rapportées au thermomètre à air.

T	Soufre insoluble pour cent.	Moyenne.
130,0.........	0,00	
143,0.........	0,00	
148,6.........	2,19 2,90	2,54
159,9.........	7,43 6,63	7,03
167,4.........	14,10 15,45	14,77
179,4..........	23,23 21,97	22,60
213,5..........	26,90 27,29	27,09
249,9.........	26,08 26,54	26,31
284,9.........	29,31	29,31
440...........	30,65 29,88	30,27

J'ai construit d'après les résultats qui précèdent[1] la courbe BB' *fig.* 6. En la prolongeant, comme je l'ai fait, jusqu'à l'axe des températures, la formation du soufre insoluble semblerait commencer vers 140°. Bien que mes expériences aient donné pour cette température des résultats négatifs, le fait ne me parait pas moins admissible. On doit tenir compte, en effet, de la modification inverse éprouvée par le soufre pendant son refroidissement, modification qu'on ne peut éviter quelle que soit la rapidité de la trempe; il doit donc arriver, pour les températures inférieures, que la quantité de soufre insoluble qui peut devenir cristallisable dans ces conditions, soit égale et même supérieure à celle que renferme le mélange. On conçoit que, dans ce cas, l'analyse la mieux faite ne donne que des résultats négatifs. On peut admettre, en s'appuyant sur ces considérations, que la courbe tracée d'après les données expérimentales ne représente pas la courbe réelle, mais une courbe dont les ordonnées devraient être augmentées d'une quantité inconnue, exprimant la quantité de soufre qui repasse à l'état normal pendant la durée du refroidissement. On peut toutefois la considérer comme indiquant les variations qu'éprouvent les quantités de soufre insoluble qui se forment à diverses températures. On voit que ces quantités, rapidement croissantes jusque vers 190°, ne subissent plus que de légères variations jusqu'à la température d'ébullition du soufre.

[1] J'ai attribué aux ordonnées de la courbe BB' une valeur double de celle qui est indiquée dans le tableau qui précède, afin de rendre les variations plus sensibles.

IV

Si l'on compare la courbe AA' qui représente la dilatation du soufre, avec la courbe BB' qui indique les variations de la quantité de soufre insoluble, on voit qu'il existe entre elles plusieurs relations remarquables. Le coefficient de dilatation du soufre s'abaisse depuis 110° jusque vers 170°, et sa plus grande diminution s'observe vers ce dernier point; les accroissements dans la quantité du soufre insoluble s'effectuent d'une manière inverse, et atteignent leur maximum vers la même température. A partir de 200°, ils deviennent presque nuls; on voit alors le coefficient augmenter avec la température et suivre la loi générale. Ces faits s'expliquent facilement en admettant que la dilatation observée entre 110° et 170° est celle d'un mélange à proportions variables de deux substances possédant des coefficients différents; celui du soufre insoluble, beaucoup plus faible que celui du soufre cristallisable, abaisse le coefficient total, et cet abaissement augmente avec la proportion du soufre modifié. Au-dessus de 200°, les proportions des deux soufres restent sensiblement constantes, et le coefficient augmente avec la température, comme cela arrive pour tous les liquides homogènes. Il est également possible qu'au-dessus de 200° le soufre soit modifié en totalité, et la dilatation observée serait alors celle du soufre insoluble. Les expériences de M. Berthelot sembleraient donner quelque vraisemblance à cette hypothèse. Il résulte, en effet, de ses recherches, que le soufre refroidi dans des conditions spéciales peut renfermer jusqu'à 86 centièmes de soufre insoluble[1].

Bien que les faits qui précèdent établissent assez nettement les relations qui rattachent les deux phénomènes, j'ai essayé de donner à cette démonstration une preuve plus directe. On a vu plus haut quelle était l'influence de la durée de l'échauffement sur la production du soufre insoluble; ce n'est qu'après 15 minutes environ que l'on obtient, dans un bain d'huile, la quantité maximum; de plus, le coefficient de dilatation diminue brusquement entre 140 et 170°. En m'appuyant sur ce fait, j'ai pensé qu'un thermomètre à soufre, chauffé au-dessous de 140° et placé brusquement ensuite dans un milieu bon conducteur, porté à une température voisine de 170°, devrait d'abord s'élever rapidement et s'abaisser ensuite à mesure que la quantité de soufre mou augmenterait dans le mélange. Le succès de l'expérience devait dépendre de cette seule condition que le thermomètre ait pris la température du milieu avant que la formation du soufre mou ait atteint son maximum; c'est ce qui arrive en effet. J'ai également essayé de réaliser l'expérience inverse, c'est-à-dire de refroidir brusquement à 120° un thermomètre à soufre préalablement chauffé à 180°; mais, dans ce cas, même en faisant varier les conditions, je n'ai rien observé de particulier. On voit d'ailleurs, par l'inspection de la courbe des dilatations, que les dif-

---

[1] Berthelot, *loc. cit.*, pag. 485.

férences qui pouvaient se produire étaient trop faibles pour permettre des observations de quelque netteté.

Les expériences suivantes me paraissent démontrer le fait que je viens d'avancer.

Un thermomètre à soufre a été maintenu pendant une heure dans un bain d'huile chauffé à 140° environ. Je l'ai ensuite porté rapidement dans un second bain d'huile dont la température était de 171°, et j'ai observé de minute en minute la hauteur du soufre dans la colonne, ainsi que la température indiquée par un thermomètre à mercure placé à côté du premier.

Dans une seconde expérience, conduite de la même manière, le second bain était chauffé à 163°; la température initiale du thermomètre à soufre était égale à 135° environ.

Les résultats de ces deux expériences sont consignés dans le tableau suivant. Les temps sont comptés à partir du moment où le thermomètre à soufre a été plongé dans le second bain d'huile[1] :

	Expérience I.		Expérience II.	
Temps.	n	T	n	T
1 minute.	47,5	171,0	45,0	163,2
2 »	48,2	171,0	45,5	163,0
3 »	48,5	170,5	46,0	163,0
4 »	49,0	170,0	47,5	163,0
5 »	48,5	170,0	47,5	162,8
6 »	47,9	170,5	47,2	162,5
7 »	47,8	170,8	47,0	162,8
8 »	47,8	170,8	47,0	163,0
12 »	47,8	170,8	»	»
15 »	47,8	170,8	47,0	163,0

On voit, d'après ces résultats, que la marche du thermomètre à soufre est graduellement ascendante jusqu'à la quatrième ou la cinquième minute, où elle atteint son maximum, et s'abaisse ensuite pour atteindre son minimum après sept à huit minutes. On voit aussi que la différence entre les maxima et les minima est plus considérable dans la première expérience que dans la seconde. J'ai démontré, en effet, que la quantité de soufre insoluble était plus grande à 171° qu'à 163°, ce qui rend parfaitement compte des résultats précédents. Quant au thermomètre à mercure, il n'éprouve dans le même temps que de légères variations causées par l'introduction du thermomètre à soufre, dont la température initiale est inférieure à celle du bain.

On pouvait objecter à cette expérience que les phénomènes observés étaient peut-être dus à une absorption ou à un dégagement de chaleur pendant la formation du soufre insoluble. Les recherches de M. Frankenheim et celles de M. Ch. Deville semblent établir,

[1] n représente le nombre de divisions lues sur les tubes à dilatation.

en effet, un dégagement de chaleur latente pendant la période de l'épaississement, et l'on pouvait attribuer le maximum de dilatation qui se produit à une pareille cause.

Pour répondre à cette objection, j'ai observé attentivement la marche d'un thermomètre à mercure très-sensible, dont le réservoir plongeait dans un tube à essai renfermant une quantité de soufre égale à celle de mes thermomètres. Ce tube, maintenu d'abord à 130° ou 140°, a été rapidement introduit dans un bain d'huile à 175°, comme dans les expériences qui précèdent. J'ai suivi pendant un quart d'heure et d'une manière continue la marche du thermomètre, qui n'a offert aucune anomalie. Il a, en effet atteint la température du bain après quatre à cinq minutes, et est alors demeuré stationnaire. Plusieurs observations de ce genre m'ont toujours conduit au même résultat.

Enfin, pour démontrer d'une manière directe que la formation graduelle du soufre mou était la cause de ce phénomène, j'ai fait une dernière détermination analogue aux précédentes, en y joignant l'analyse du soufre à divers moments de l'expérience. Le temps qui s'écoule depuis le début de l'opération jusqu'au moment où le soufre du thermomètre atteint une hauteur stationnaire, me paraissait, en effet, suffisant pour permettre d'apprécier les variations que subissait la proportion du soufre insoluble.

Huit tubes à essai, de 15 millimètres de diamètre, fixés à un même support, renfermaient des quantités de soufre égales à celle du thermomètre. Ces tubes étaient, pendant toute la durée de l'expérience, soumis aux mêmes influences que le thermomètre à soufre. Pendant que j'observais la marche de celui-ci, un aide puisait rapidement à divers moments le soufre que je devais analyser. La température du premier bain était égale à 150° environ, celle du second à 168. Un échantillon de soufre a d'abord été pris à la température de 150. Les autres déterminations correspondent à deux, quatre et huit minutes après l'introduction des tubes dans le bain à 168°. Le tableau suivant indique les résultats obtenus.

Temps.	n	T	Soufre insoluble.	Moyenne.
		150,0	3.50	3,50
1 minute.	46,0	168,0		
2 »	47,0	168,0	{ 4,10 { 3,71	3,90
3 »	47,5	168,0		
4 »	47,8	167,8	6,79	6,79
5 »	47,5	167,5		
6 »	47,4	167,8		
7 »	47,2	167,8		
8 »	47,2	168,0	{ 12,46 { 12,70	12,58
9 »	47,2	168,0		

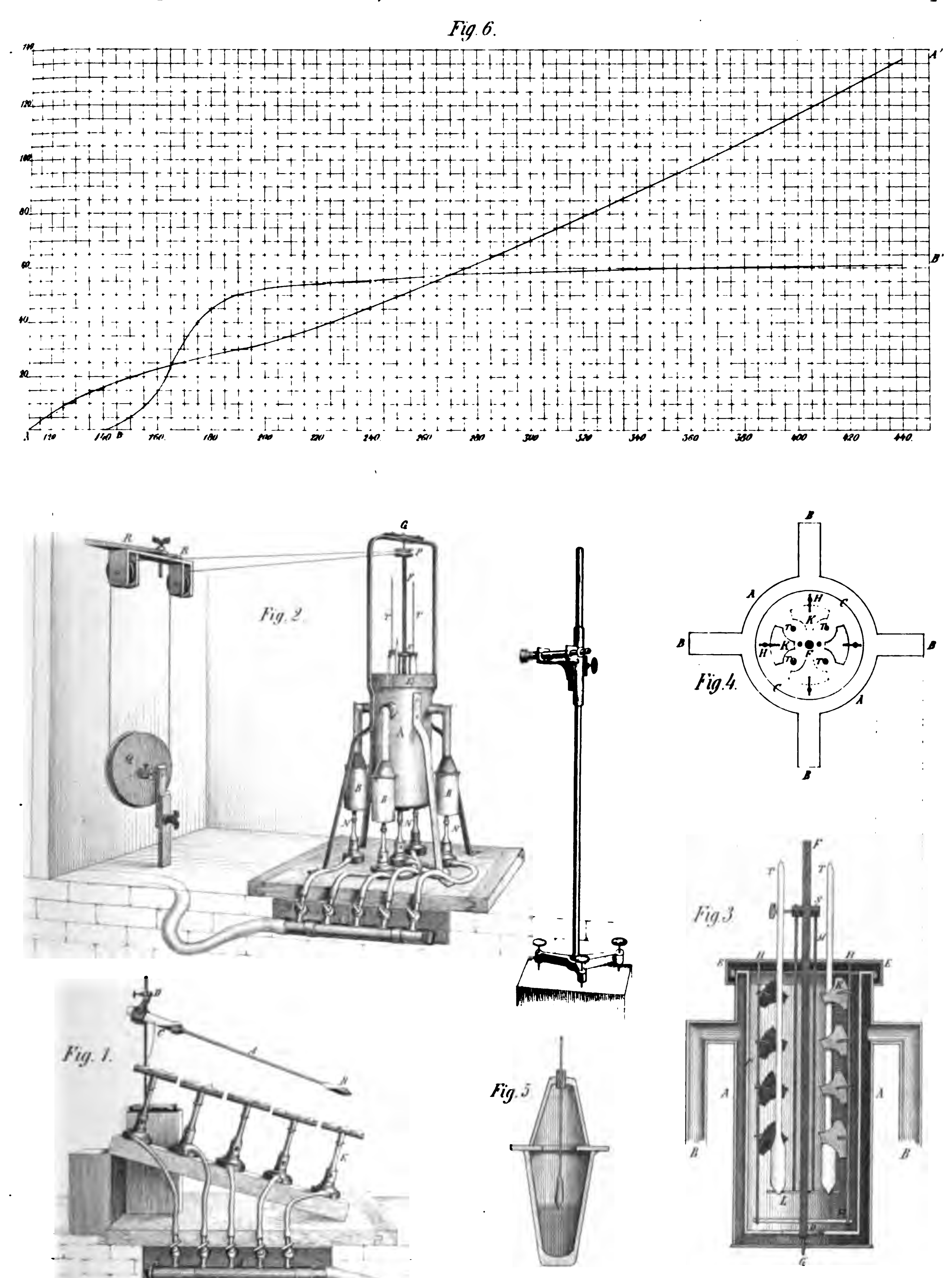
Le thermomètre à soufre a, comme dans les cas précédents, atteint son maximum après la quatrième minute, et son minimum après sept minutes. Si l'on compare à la marche de la dilatation les quantités correspondantes de soufre insoluble, on voit que la proportion de soufre modifié croît avec la durée de l'échauffement, et que le nombre obtenu après quatre minutes représente seulement la moitié de la quantité qui existe dans le mélange après huit minutes. De ces résultats et de ceux indiqués plus haut, je crois pouvoir conclure que la formation du soufre insoluble est la cause de l'anomalie que présente la dilatation du soufre.

Des expériences consignées dans ce travail résultent les faits suivants:

1° La courbe qui représente la dilatation du soufre liquide possède vers 170° un point d'inflexion et, à partir de cette température, elle devient analogue à celle de tous les liquides.

2° La diminution qu'éprouve le coefficient de dilatation entre 110° et 170° est liée à l'accroissement de la quantité du soufre insoluble.

3° L'anomalie que présente la courbe des dilatations est due aux quantités variables de soufre insoluble, dont le coefficient est plus petit que celui du soufre cristallisable; c'est du moins ce qui me paraît résulter des expériences directes que j'ai décrites à la fin de ce travail.


Fig. 6.
A'
B'
Fig. 2.
Fig. 4.
Fig. 3
Fig. 1.
Fig. 5

CÉTACÉS

des Côtes françaises de la Méditerranée;

Par M. Paul GERVAIS.



L'étude ostéologique des Cétacés est le seul moyen que nous ayons de distinguer avec certitude les espèces de ces animaux, et chaque jour elle nous conduit à rectifier quelques-unes des erreurs auxquelles leur nomenclature a donné lieu. L'examen des pièces osseuses appartenant aux Cétacés des côtes françaises de la Méditerranée, que l'on possède dans les collections ou que j'ai pu me procurer, m'a démontré que ces pièces provenaient de neuf espèces au moins, et que ces espèces sont presque toutes de genres différents. Plusieurs ne viennent qu'accidentellement dans nos parages ; d'autres, plus particulièrement le Dauphin ordinaire, s'y voient toute l'année. Ces espèces sont :

Le *Cachalot*, le *Ziphius*, l'*Orque* ou Épaulard, le *Globiceps*, le *Risso*, le *Tursio*, connu dans le Nord sous le nom de *Nesarnack*, le *Dauphin ordinaire*, si redouté des pêcheurs à cause des dégâts qu'il fait à leurs filets, le *Dauphin de Téthys* et le *Rorqual* [1].

Voici quelques observations nouvelles concernant ces différents animaux.

1. Cachalot (*Physeter macrocephalus*).— Bien que l'on ait quelquefois signalé à tort les grandes espèces de Delphinidés qui se montrent dans nos régions comme étant des Cachalots, il n'en est pas moins constaté que le genre de ces derniers y vient aussi ; mais il y est fort rare. Un Cachalot véritable a été pris, en 1856, par les pêcheurs de Saint-Nazaire (Var). Une partie considérable de son maxillaire inférieur est conservée dans la collection des Pères Maristes, à la Seyne, près Toulon, où je l'ai vue l'été dernier.

2. Ziphius (*Ziphius cavirostris*, Cuv.). — Ce Cétacé a passé longtemps, auprès des

[1] N'ont pu être compris dans cette énumération le *Delphinus Bayeri* de Risso (longueur, 14 mètres; dents, $\frac{14}{14}$) et le *Delphinus Feres* de Bonnaterre (dents, $\frac{10}{10}$), ces deux espèces étant trop mal connues et reposant l'une et l'autre sur la description d'exemplaires qui n'ont pas été conservés.

zoologistes, pour fossile; mais j'ai montré, dans un précédent travail [1], qu'il existe bien réellement dans la Méditerranée, et l'exemplaire dont le crâne est décrit par G. Guvier, dans ses *Recherches sur les ossements fossiles,* a été trouvé par les pêcheurs du golfe de Bouc (Bouches-du-Rhône). Quelques autres, en petit nombre toutefois, ont été recueillis depuis lors, et chacun d'eux a été donné, par les auteurs qui s'en sont occupés, comme constituant une espèce nouvelle; ce sont : le *Ziphius* de Nice, constituant le *Delphinus Desmarestii* de Risso; celui du détroit de Messine ou *Delphinus Philippii* de M. Cocco; celui de Corse, *Hyperoodon Doumetii* de M. Gray, et celui d'Aresquiès (Hérault), que j'ai moi-même signalé : il a été nommé *Hyperoodon Gervaisii* par Duvernoy.

3. Épaulard (*Orca gladiator*).— Je ne connais sur nos côtes que deux captures certaines de ce grand Cétacé. Un exemplaire dont j'ai fait figurer le crâne[2] a été pris à Cette (Hérault), il y a environ vingt-cinq ans. Sa formule dentaire est la suivante : $\frac{11}{11}$ Un autre a échoué en face d'Elne (Pyrénées-Orientales) en 1857. J'en possède la mâchoire inférieure, mais les autres parties osseuses n'ont pas été conservées. Il n'y a que dix dents de chaque côté de cette mâchoire, et je n'ose affirmer que ce soit bien là un animal de la même espèce que celui de Cette. De nouveaux documents seraient nécessaires pour décider cette question, et il est également impossible de dire encore si l'Épaulard d'Elne était de la même espèce que le Dauphin *Feres*.

4. Globiceps. — On a nommé *Delphinus melas*, *D. deductor* et *D. globiceps*, une grande espèce de Delphinidés de l'Océan, particulièrement commune aux îles Feroë, et dont Cuvier a décrit les caractères ostéologiques d'après quelques exemplaires recueillis, en 1812, auprès de Paimpol (Côtes-du-Nord), par Lemaout père, alors pharmacien à Saint-Brieuc. Ce *Melas* est le type du genre *Globiceps* de M. Gray. Des espèces très-peu différentes de lui, peut-être même de simples variétés, ont été rapportées de la côte sud des États-Unis, de la Guadeloupe, de la Nouvelle-Zélande, et le même Cétacé existe également dans les mers du Japon.

Mais on n'avait pas encore la preuve qu'il y en ait aussi dans la Méditerranée. J'ai reconnu le genre Globiceps dans des Dauphins longs de 4 à 5 mètres, dont une troupe, composée d'environ quinze individus, échoua, pendant le mois de février 1864, sur les côtes du département des Pyrénées-Orientales, soit au Barcarès, soit dans des localités peu éloignées. Quatre de ces Cétacés m'ont été réservés par les administrations de la Marine et des Douanes, et j'ai pu m'assurer de leurs véritables caractères. Ce sont bien des Globiceps, et le squelette de l'un d'eux a été comparé par moi à ceux des animaux du même genre et des provenances diverses indiquées ci-dessus que l'on conserve au Muséum de Paris. Conformation générale, détails des principales parties, nombre des dents, condi-

---

[1] *Comptes-rendus hebdomadaires*, tom. XXXI, pag. 510.— *Zoologie et Paléontologie françaises*, pag. 287 et 292.

[2] *Zoologie et Paléontologie françaises*, pag. 299, pl. XXXVII, fig. 3-4.

tion incomplète de leur implantation, disposition spéciale des vertèbres du cou et des autres régions, forme et allongement des nageoires pectorales : tout est identique. Les seules différences qui peuvent être signalées résident dans la courbure du bord externe des os incisifs et dans l'apparence un peu plus obtuse des dents; mais des différences de même valeur se remarquent aussi entre les Globiceps des autres mers, quand on les compare avec soin les uns aux autres, et l'on pourrait même s'en autoriser pour accepter les diverses espèces, jusqu'ici plutôt supposées que démontrées, qui ont été admises dans ce genre par quelques auteurs.

Le Globiceps de la Méditerranée paraît donc devoir constituer une nouvelle race, je n'ose dire une nouvelle espèce. Il a d'ailleurs, comme les Cétacés de ce genre qui vivent dans l'océan Atlantique et dans le grand Océan, la tête très-renflée ; son museau est court, et sa couleur est noire sauf en dessous, où il présente aussi une grande bande médiane commençant en forme de cœur vers la gorge et se continuant jusqu'à l'anus.

Risso a cité le Globiceps parmi les Cétacés qui visitent la baie de Nice; mais les détails qu'il a publiés à cet égard ne permettent pas d'assurer que ce soit bien cette espèce qu'il a vue. Il dit qu'elle vient annuellement sur nos côtes, tandis qu'elle s'y montre si rarement que les pêcheurs ne la connaissent même pas, et, dans la description de l'exemplaire observé par lui, il mêle à certains traits propres aux Globiceps, tels que la longueur des nageoires, d'autres indications qui ne se rapportent pas à ces Cétacés et retirent à sa courte notice toute la certitude qu'on pourrait d'abord lui supposer. Ainsi il parle d'une grande bande gris sale s'étendant *de chaque côté* du corps, depuis la gorge jusqu'à l'anus, et il attribue au même exemplaire $\frac{23}{30}$ dents *pour chaque côté*, tandis que les Globiceps n'en ont que $\frac{10}{10}$. Risso n'a d'ailleurs fourni aucun détail ostéologique sur le Cetacé qu'il décrit, et le crâne n'en a pas été conservé, ce qui rend impossible la rectification de l'erreur qu'il peut avoir commise en parlant du système dentaire.

5. Risso (*Grampus rissoanus*). — G. Cuvier a appelé *Dauphin Risso* un Cétacé assez voisin de celui qu'il avait précédemment décrit sous le nom de *Delphinus griseus*; mais le Dauphin Risso vit dans la Méditerranée, tandis que le *griseus* est des côtes de Bretagne. Les crânes de cette espèce[1] présentent des caractères très-faciles à saisir. Le Muséum de Paris en possède deux qui proviennent de sujets pris à Nice par Risso et Laurillard, et il y en a un autre au musée de Marseille. Celui-ci est d'un exemplaire tué à Carry (Bouches-du-Rhône) avec une bande venue dans ce petit port, il y a une dizaine d'années.

6. Tursio (*Tursiops tursio*). — Il est bien moins rare que les précédents, mais il s'en faut de beaucoup qu'il soit aussi commun que le *Delphinus delphis*. J'en possède des exemplaires pris dans le golfe du Lion, particulièrement à Cette (Hérault) et à La Nouvelle, ainsi qu'à Gruissan (Aude). Cette espèce est connue depuis longtemps.

---

[1] G. Cuvier, *Oss. foss.*, tom. V, pl. XXII, fig. 1-2. — Paul Gervais, *Zoologie et Paléontologie françaises*, pl. XXXVII, fig. 1-2.

7. **Dauphin ordinaire** (*Delphinus delphis*). — C'est le Dauphin sédentaire sur tout notre littoral. Un de ses principaux traits distinctifs réside dans la double rainure élargie qui se remarque à sa face palatine. Cette rainure est visible après l'enlèvement de la membrane du palais; elle n'existe pas dans l'espèce du même genre que j'ai décrite sous le nom de *Téthys*.

8. **Dauphin de Téthys** (*Delphinus Tethyos*). — Celui-ci paraît beaucoup plus rare, et il ne m'est encore connu que par deux individus : l'un pris à l'embouchure de l'Orb (Hérault) en 1852[1]; l'autre, des environs de Port-Vendres (Pyrénées-Orientales), dont j'ai dernièrement vu le crâne dans le cabinet du D. Penchinat.

9. **Rorqual** (*Rorqualus antiquorum*). — Ce gigantesque Cétacé paraît exister avec les mêmes caractères spécifiques dans l'Océan et dans la Méditerranée : c'est le *Mysticetos* d'Aristote. On l'observe de temps en temps sur nos côtes, principalement dans les parages rocheux des Pyrénées-Orientales et du Var. En 1862, une femelle, accompagnée de son petit, est restée plus d'un mois sur les côtes des Pyrénées-Orientales, de l'Aude et de l'Hérault; elle fréquentait de préférence l'anse de Paulilles, Port-Vendres et Collioure. C'est peut-être le même Cétacé qui a échoué, quelques mois après, aux rochers del Borro (côtes d'Espagne), qui sont situés entre les frontières de France et la baie de Colère. Ce Rorqual a été remorqué à Llanza, où j'ai été le voir[2].

Il est beaucoup plus rare que de semblables animaux viennent se perdre sur nos plages sableuses du bas Languedoc et de la Camargue. Cependant il faut peut-être regarder comme étant un Rorqual le grand Cétacé dont il est question dans Daléchamp comme d'un Orque à ventre cannelé (*canaliculatim striata*) qui se serait perdu de son temps à peu de distance de Montpellier, et les mâchoires de Rorqual conservées à Frontignan n'ont peut-être pas une autre origine.

Parmi les exemplaires pris à des époques plus rapprochées de nous, dans les parages de Port-Vendres et auprès de Toulon, on peut citer :

Le Rorqual, long de 5 mètres, dont le squelette est au musée de Perpignan; celui, de plus grande dimension, que Farines et Carcassonne ont eu à Saint-Cyprien, aussi dans les Pyrénées-Orientales, et qu'ils ont décrit sous le nom de *Balænoptera aragous*; celui de Saint-Tropez, échoué en 1833; ceux de l'île Sainte-Marguerite, dont l'un[3] déjà décrit par Lacépède et Cuvier, et l'autre pris en 1864; enfin deux ou trois autres, capturés près de Toulon, et dont on a aussi gardé les crânes ou les squelettes entiers.

---

[1] *Bulletin de la Société d'agriculture de l'Hérault*, 2e série, tom. XX, pag. 289, avec planche. — *Zoologie et Paléontologie françaises*, pag. 302.

[2] Cette étude m'a fourni la note *Sur la Baleine de la Méditerranée*, qui a paru dans les *Bulletins de l'Académie royale de Belgique*, 2e série, tom. XIV, no 8.

[3] Échoué en 1797.

RECHERCHES

SUR L'INFLUENCE

DES ÉLÉMENTS ÉLECTRO-NÉGATIFS

SUR LE SPECTRE DES MÉTAUX,

Par M. E. DIACON.

La méthode d'analyse fondée, par MM. Kirchhoff et Bunsen, sur l'observation des spectres, a donné des résultats si remarquables, que son utilité dans les recherches chimiques ne saurait être contestée. Toutefois, le principe sur lequel elle repose n'est vrai que pour des circonstances déterminées. Il résulte, en effet, des expériences de M. A. Mitscherlich[1] et de mes propres observations[2], que les diverses combinaisons d'un métal n'ont pas un spectre identique. Je me propose de réunir, dans ce travail, les expériences qui m'ont permis de constater l'influence de l'élément électro-négatif sur les radiations émises par différents sels d'un même métal.

I.

Dans des recherches spectrométriques faites sur un grand nombre d'eaux minérales[3], j'avais remarqué certaines apparences qui m'engagèrent à étudier avec soin le spectre du baryun en présence des sels de chaux ou de strontiane. Non-seulement j'observai

[1] Pogg.; *Ann.*, CXVI.

[2] *Comptes-rendus de l'Académie*, LVI. — *Revue des Sociétés savantes*, 1863. — *Proc.-verb. Acad. sc. de Montpellier*, avril et juillet 1863, et janvier 1864.

[3] Diacon et Moitessier; *Montpellier médical*, décembre 1861 et janvier 1862.

dans des conditions très-favorables des lignes pâles non indiquées pour ces corps, mais encore je fus frappé du changement remarquable que subissait le spectre du baryum, lorsque j'introduisais dans la même flamme une perle de chlorure de calcium. Ce phénomène, consistant dans le plus grand éclat acquis par certaines raies vertes du baryum, me parut si étrange, à une époque (février 1862) où il était complétement admis que pour un mélange les spectres se superposaient sans s'influencer, que je voulus en rendre témoins MM. Chancel et Wolf, professeurs à la Faculté des sciences de Montpellier. L'observation d'une bande verte, pâle et mal définie, que présente quelquefois le spectre du calcium, et qui coïncide assez bien avec la deuxième des raies vertes du baryum, me conduisit à croire à un phénomène d'absorption ; la diminution d'intensité qu'aurait éprouvée cette raie pouvait, en effet, produire la sensation d'un plus grand éclat dans les raies suivantes. Mais toutes les expériences ne me donnèrent que des résultats négatifs ; le phénomène ne se produisait que lorsque les deux perles étaient dans la même flamme et assez rapprochées. Dès-lors, il fallait bien admettre qu'en dehors des phénomènes d'absorption deux corps peuvent agir l'un sur l'autre, de manière à modifier plus ou moins profondément leur spectre. Les apparences signalées plus haut ne se présentant pas lorsque je substituais au chlorure des combinaisons même volatiles de calcium, j'acquis bientôt la certitude qu'on ne pouvait les rapporter aux métaux eux-mêmes. Restait donc l'action que le chlorure de calcium ou le chlore dégagé pendant l'oxydation assez rapide de ce métal dans la flamme du gaz pouvait avoir sur le baryum. L'exécution de recherches que je devais faire dans un tout autre but devait me permettre de trancher la question.

Beaucoup de métaux dont les chlorures sont volatils ne donnent pas de spectres dans la flamme de la lampe à gaz ; il était rationnel de croire que la rapide décomposition éprouvée par ces chlorures dans une flamme oxydante en était la principale cause, et qu'il n'en serait plus ainsi, du moins pour plusieurs d'entre eux, si la température seule intervenait. C'est ce que j'espérais réaliser en les plaçant dans une flamme chlorurante, obtenue par la combustion vive de l'hydrogène par le chlore. Mes premières expériences me parurent, en effet, confirmer ces prévisions ; mais le chlore en excès et l'acide chlorhydrique formé rendaient les observations si pénibles, que je dus me déterminer à chercher une disposition convenable avant de continuer ces recherches.

L'appareil auquel je donnai la préférence après quelques essais, satisfaisait assez bien au but que je m'étais proposé, soit en absorbant, soit en entraînant les gaz délétères. Une caisse noircie à l'intérieur et ayant environ 60^{cm} de hauteur sur 15^{cm} de largeur et de profondeur, recevait le chalumeau ; deux ouvertures, ménagées dans les parois et susceptibles d'être fermées par des glaces, servaient, l'une à l'observation, l'autre à l'introduction des essais. Une brique inclinée, en terre réfractaire, formait sa paroi supérieure et dirigeait les produits de la combustion dans une seconde caisse, de dimensions à peu près égales et en partie superposée. Celle-ci contenait un grand nombre de planchettes horizontales, disposées de manière à laisser alternativement à droite ou à gauche un passage

libre pour les gaz et destinées à recevoir de la chaux éteinte, que la mobilité d'une des parois permettait de remplacer. Au-dessus de la dernière planchette, cette caisse s'ouvrait latéralement dans un long tube en bois engagé dans la cheminée du laboratoire ; une bonne lampe à gaz, placée au-dessous de ce tube, aidait, par l'aspiration qu'elle déterminait, à la circulation des gaz, dont une grande partie était absorbée par les couches de chaux avec lesquelles ils se trouvaient successivement en contact. Quant au reste de l'appareil, auquel je n'apportai aucune modification, il se composait d'un chalumeau et de deux gazomètres à pression constante [1], placés hors du laboratoire, l'un en verre pour le chlore, l'autre pour l'hydrogène. Les gaz étaient conduits par des tubes en plomb et ensuite par des tubes en caoutchouc jusqu'au chalumeau, le chlore dans le tube effilé central, l'hydrogène dans le canal annulaire formé par ce tube et le tube extérieur; ce chalumeau était exclusivement en verre. Une pince placée sur le caoutchouc pour le chlore, un robinet pour l'hydrogène, permettaient de régler l'écoulement des deux gaz.

Grâce à la facile réduction du chlorure de platine, les fils de ce métal ont pu être employés comme supports. Les essais étaient placés dans l'intérieur de la flamme, de manière à se trouver en présence d'un excès de chlore et à éviter tout contact avec l'air extérieur; enfin, le spectroscope était dirigé vers la partie de la flamme immédiatement située au-dessus du fil. Dans ces circonstances, un assez grand nombre de métaux à l'état de chlorures, ont donné des spectres dont la persistance était très-variable.

Le chlorure de cuivre donne un spectre magnifique, celui du chlorure de bismuth est aussi très-brillant. Le chlorure de plomb fait apparaître un grand nombre de lignes brillantes, dont la disposition m'a paru différer du spectre de ce métal dans la flamme du gaz. Avec l'étain et surtout avec l'antimoine, il est le plus souvent impossible de distinguer les lignes qui les caractérisent, au milieu de la lumière diffuse produite par la décomposition des sels. Les chlorures d'argent et de platine se comportent à peu près de la même manière. Le chlorure d'or donne, au contraire, un spectre net, quoique peu durable, formé par une série de belles raies vertes. Des bandes lumineuses bleues, encore plus fugaces, ont été obtenues avec le chlorure de palladium.

Le chlorure de manganèse donne un spectre très-net, mais qui ne m'a pas paru différer de celui que l'on observe avec les sels de ce métal dans la flamme du gaz. Le chlorure de fer détermine l'apparition d'un grand nombre de raies, lavées par la lumière due à l'incandescence de particules de fer entraînées par les vapeurs. Le même phénomène se présente pour les chlorures de cobalt et de nickel, mais avec moins d'intensité ; aussi est-il facile de distinguer, malgré le grand nombre de lignes qui les constituent, des différences tranchées entre les spectres de ces deux sels ; les raies rouges sont plus nombreuses avec le nickel, les raies vert-jaunâtres avec le cobalt.

---

[1] La capacité du gazomètre à chlore était de 50 litres, celle du gazomètre à hydrogène, qui devait être le plus souvent employé en excès, était de 200 ; avec ces quantités, l'expérience pouvait être prolongée pendant une heure et demie environ.

L'uranium, le cérium, le chrome, le glucinium, l'aluminium et le magnésium ne donnèrent que des résultats négatifs. Pour avoir des spectres avec ces derniers métaux, il eût fallu, comme il était facile de le prévoir, opérer avec les chlorures anhydres.

Il m'était démontré par ces essais que certains chlorures se décomposent moins rapidement dans une flamme chlorurante, et deviennent par suite susceptibles de donner des spectres ; mais l'expérience avec le chlorure de baryum me conduisit à des résultats d'un tout autre intérêt. Là où je croyais, en effet, avoir seulement à constater l'éclat acquis par certaines lignes, j'aperçus un spectre qui ne rappelait en rien celui du baryum : le grand nombre de raies qui le caractérisent avaient disparu et étaient remplacées par un petit nombre de raies très-brillantes. J'examinai aussitôt le chlorure de strontium, et ne fus pas moins surpris de n'apercevoir ni la raie bleue, ni la raie orangée si brillante dans la flamme du gaz. Le spectre du chlorure de calcium présenta à son tour des changements qui, pour ne pas être aussi frappants, n'en étaient pas moins réels. Avec le lithium, je n'observai rien de particulier. Quant aux chlorures de potassium et de sodium, ils me parurent ne pas donner de spectres ; les lignes pâles que l'on apercevait encore, surtout avec le sodium, devant être attribuées à des vapeurs qui, malgré toutes les précautions, atteignaient la partie extérieure de la flamme. Toutefois, je n'ai jamais pu éteindre complètement la raie jaune du sodium [1]. Le spectre du chlorure de thallium, que j'ai pu examiner plus tard, ne paraît présenter aucun changement, même sous le rapport de l'intensité de la ligne verte qui le caractérise.

Des modifications aussi profondes dans les spectres ne pouvaient s'expliquer qu'en admettant que les combinaisons ont un spectre particulier ; mais la spécificité des spectres métalliques avait été si nettement posée en principe par MM. Kirchhoff et Bunsen, qu'il me parut nécessaire d'appuyer par de nouvelles expériences un fait aussi contraire aux résultats qu'ils avaient obtenus. Si les chlorures avaient un spectre propre, il devait en être de même pour les bromures et les iodures. J'espérai que des expériences semblables à celles que j'avais faites avec les chlorures me permettraient de le démontrer ; mais mes tentatives pour obtenir une flamme avec le brome ou l'iode et l'hydrogène, n'eurent aucun succès. Je pensais à les renouveler en opérant à une température très-élevée, lorsqu'un extrait d'un travail de M. A. Mitscherlich fut publié par le *Répertoire de chimie* [2]. Ce chimiste avait obtenu, en employant une autre méthode, des spectres assez semblables à ceux que j'avais observés, et concluait de ses recherches que les combinaisons binaires peuvent avoir un spectre propre, différent de celui du métal. Je répétai ses expériences

---

[1] Pour avoir des données certaines sur les spectres des chlorures de potassium et de sodium, il eût fallu opérer dans une atmosphère de chlore et dans des conditions semblables à celles que nous avons employées, M. Wolf et moi (*Compt.-rend. de l'Acad.*, LV, et *Mém. Acad. sc. Montpellier*, 1862), pour obtenir les lignes secondaires des métaux alcalins ; mais l'expérience devenait si pénible que j'ai dû y renoncer.

[2] Livraison de janvier 1863.

d'après les indications contenues dans ce recueil; mais ce ne fut que lorsque je pus prendre connaissance du Mémoire inséré dans les *Annales de Poggendorff*[1], qu'il me fut permis d'apprécier entièrement les différences qui existaient entre nos résultats.

J'indiquerai rapidement en quoi elles consistent. Le raie bleue et la raie orangée du strontium figurent encore dans le spectre donné par M. Mitscherlich. Je n'ai jamais aperçu la première; la seconde, dont l'éclat est ordinairement si vif, n'a pas toujours apparu: ces deux raies ne font donc pas partie du spectre du chlorure. Pour le chlorure de baryum, il ne signale que trois raies vertes; elles sont accompagnées de trois lignes moins éclatantes : l'une possède une réfrangibilité peu supérieure à la dernière de ces raies, les deux autres sont comprises entre celle-ci et la précédente. Son spectre du chlorure de calcium est de même incomplet dans le rouge; la raie bleue que j'ai aperçue bien des fois très-intense n'est pas non plus figurée.

Avec le chlorure de cuivre, les différences sont encore plus tranchées; les raies rouges indiquées par M. Mitscherlich ne paraissent pas exister dans le spectre de ce sel, et sont remplacées par deux raies très-pâles. Au lieu de la bande verte représentée si éclatante, on voit simplement apparaître quatre lignes à peu près équidistantes et moins brillantes que les raies situées dans le vert bleu[2].

L'explication de ces différences est facile. La méthode de M. A. Mitscherlich consiste à amener d'une manière continue, dans la flamme d'un bec de Bunsen, une dissolution du chlorure à examiner, additionnée d'acide chlorhydrique et de chlorhydrate d'ammoniaque[3]. Ces conditions sont très-favorables pour les observations prolongées, mais présentent cependant quelques désavantages. La flamme a bien une intensité sensiblement constante, mais la partie colorée par le sel est large, mal définie et agitée; le spectre obtenu manque, par suite, de la netteté qu'il peut acquérir lorsqu'on emploie une flamme étroite et tranquille. En outre, les vapeurs d'acide chlorhydrique peuvent ne soustraire qu'en partie le métal à l'action oxydante de la flamme.

Il résulte de ces deux remarques que des lignes appartenant aux chlorures devaient échapper à M. A. Mitscherlich, et que des raies propres au métal pouvaient apparaître dans ces spectres. Mes expériences, faites dans des conditions plus favorables, me paraissent démontrer qu'il en a été ordinairement ainsi. On peut donc considérer les spectres

---

[1] *Loc. cit.*

[2] L'apparition momentanée de ces lignes sur la bande verte du spectre qu'il a donné pour le chlorure de cuivre, a pu faire supposer à M. Mitscherlich que le chlorure cuivrique et le chlorure cuivreux ont un spectre différent.

[3] Il a examiné de la même manière les bromures et les iodures, en substituant à l'acide chlorhydrique les acides bromhydrique ou iodhydrique; mais il n'a obtenu de spectre qu'avec l'iodure du cuivre, et encore par une méthode un peu différente. Pour avoir le spectre du métal, il emploie une dissolution d'acétate du métal additionnée d'acétate d'ammoniaque.

attribués par cet auteur aux chlorures, d'une part comme incomplets, et de l'autre comme étant encore un mélange du spectre du sel et de celui du métal ou plutôt de l'oxyde.

II.

J'avais vainement essayé de reproduire, avec les bromures et les iodures, les expériences qui m'avaient si bien réussi avec les chlorures; le procédé de M. Mitscherlich ne lui avait donné de résultats avec ces sels que pour l'iodure de cuivre. Je désespérais, par conséquent, d'obtenir de nouvelles données sur les spectres des combinaisons, quand l'expérience qui a été le point de départ de ce travail me conduisit à un nouvel ordre de recherches. Les apparences que j'avais observées avec la baryte chauffée en présence d'une perle de chlorure de calcium, étaient dues, ainsi que je m'en assurai par des mesures directes, à la superposition des spectres de l'oxyde et du chlorure de baryum; la décomposition rapide du chlorure de calcium, entourant la baryte d'une atmosphère de chlore, la chlorurait en partie et déterminait, par suite, l'apparition des lignes caractéristiques du chlorure. Il résulte de cette explication qu'une perle de chlorure de baryum doit présenter les mêmes apparences au moment où elle est introduite dans la flamme du gaz, une partie du sel se décomposant à cette température; c'est, en effet, ce qui a lieu, quoique avec une moindre intensité. L'étude comparative des spectres donnés par les chlorures dans le chlore, et par les oxydes dans la flamme d'un chalumeau à gaz alimenté par de l'air ou dans certains cas par l'oxygène, me démontra bientôt que les lignes qui apparaissent au moment de l'introduction d'un chlorure dans une flamme oxydante, sont dues à la superposition des deux spectres.

L'expérience[1] réussit surtout avec les métaux alcalino-terreux, le cuivre et le bismuth. Avec les deux derniers, c'est le spectre du chlorure qui domine[2]; il en est de même pour le calcium. Deux conséquences peuvent être déduites de ces expériences : la première, que les spectres donnés par MM. Kirchhoff et Bunsen pour les métaux alcalino-terreux, reproduisant les apparences perçues au moment de l'introduction de l'essai dans la flamme, sont un mélange du spectre du chlorure et de celui du métal; la seconde, que l'apparition de lignes n'appartenant pas au métal peut être considérée comme un indice

---

[1] Une perle de chlorure de strontium portée dans la flamme d'un chalumeau à gaz donne d'abord six raies rouges; mais, si l'expérience se prolonge, les deux lignes les plus rapprochées de la raie orangée s'affaiblissent de plus en plus. Ces deux lignes n'apparaissent pas lorsqu'on opère avec de la strontiane, et existent dans le spectre du chlorure obtenu avec le chalumeau à chlorhydrogène.

[2] La première figure de la Planche représente le spectre donné dans ces conditions par le chlorure de cuivre.

probable, sinon certain, de l'existence d'un spectre propre pour la combinaison avec laquelle elle se produit.

L'étude des raies, même fugitives, données par les bromures, les iodures et les fluorures dans la flamme du gaz, pouvait donc donner des indications précieuses et fournir de nouvelles preuves de l'existence du spectre des composés binaires. Tous les métaux ne se prêtent pas également bien à ce genre de recherches[1]; ceux qui ont donné les résultats les plus nets sont les métaux alcalino-terreux, le cuivre et le bismuth. J'indiquerai successivement, pour chaque genre de sels, les différences observées avec ces métaux.

Le bromure de baryum porté dans la flamme d'un chalumeau à gaz[2] donne un spectre qui diffère de celui du métal, en ce que la seconde et la troisième ligne verte[3] acquièrent un plus grand éclat; pour le chlorure, ce phénomène a lieu pour la troisième et la quatrième. Avec le bromure de strontium on voit surtout apparaître, après la quatrième raie rouge, une ligne qui n'appartient ni au spectre du métal ni à celui du chlorure. Le bromure de calcium détermine aussi l'apparition de deux lignes rouges nouvelles. Avec le bromure de cuivre, on obtient un spectre très-brillant et différant à la fois de ceux du cuivre et du chlorure. La Planche donne ce spectre à côté de celui du chlorure; les parties communes aux deux figures sont produites par la superposition des raies du métal à celles qui appartiennent aux combinaisons. Le spectre du bromure de bismuth diffère de ceux du chlorure et de l'oxyde, par des lignes vertes plus rapprochées et la disposition des lignes bleues.

L'iodure de baryum donne, au moment où il est introduit dans la flamme, deux raies vertes; l'une, très-brillante mais très-fugitive, est moins réfrangible que la première ligne verte de la baryte; l'autre se superpose en partie sur la seconde. Avec les iodures de strontium et de calcium, les différences sont moins sensibles. Le spectre de l'iodure de cuivre est très-beau; il présente les parties communes aux spectres du chlorure et du bromure, et se distingue de ceux-ci par la disposition des raies plus réfrangibles que les rayons verts; ces raies s'étendent bien plus vers le violet que ne l'indique la figure

---

[1] Les chlorures des métaux qui donnent un spectre avec le chalumeau à chlorhydrogène donnent ordinairement, au moment de leur introduction dans la flamme, des raies caractéristiques; mais celles-ci ont souvent une très-courte durée et manquent de netteté; malgré leur apparition fugitive, elles peuvent cependant donner quelquefois des indications utiles. Certains métaux, tels que le manganèse, le zinc, le cadmium, etc., donnent toujours le même spectre, quelle que soit la combinaison employée.

[2] Dans toutes les expériences qui suivent, j'ai substitué au bec de Bunsen un chalumeau à gaz dont le vent était fourni par une trompe de laboratoire. La flamme est plus étroite, mieux dirigée, très-constante, et ne donne pas de spectre dans sa partie supérieure. On a de plus l'avantage de pouvoir opérer à des températures très-différentes, en réglant convenablement l'entrée de l'air et du gaz.

[3] Les raies sont toujours comptées en allant du rouge au violet.

de M. Mitscherlich. L'iodure de bismuth donne un spectre ordinairement lavé dans une grande quantité de lumière diffuse, sauf pour le violet; il diffère moins de celui du bismuth que ceux du chlorure et du bromure, mais il s'en distingue par la belle raie indigo qui le termine (*fig.* 3). Les spectres du bismuth, du chlorure et du bromure ne se prolongent pas aussi loin vers le violet.

Le fluorure de baryum [1] donne un spectre présentant six raies vertes à peu près équidistantes; cet aspect est dû à l'apparition de deux nouvelles lignes plus réfrangibles que les quatre qui appartiennent au métal [2]. Avec le fluorure de strontium, une nouvelle raie se présente aussi; elle est très-nette, quoique peu brillante, et d'une réfrangibilité un peu plus grande que celle de la raie jaune du sodium. Le spectre du fluorure de calcium se caractérise surtout par l'apparition d'une belle raie verte (*fig.* 4), dont l'éclat est presque comparable à celui de la ligne verte du calcium; elle est située un peu au-delà de la raie du thallium. La double raie orangée est la plus brillante des lignes présentées par le spectre de ce fluorure. Les fluorures de cuivre et de bismuth ne m'ont donné aucun résultat.

L'étude attentive de la lumière émise par les bromures, les iodures et les fluorures de certains métaux, démontre donc que l'introduction de ces sels dans une flamme détermine l'apparition de raies qui n'existent pas dans le spectre du métal ou dans celui du chlorure. On doit donc en conclure que ces composés ont, comme les chlorures, un spectre propre, dont la superposition à celui du métal donne les apparences observées avec chacun d'eux.

III.

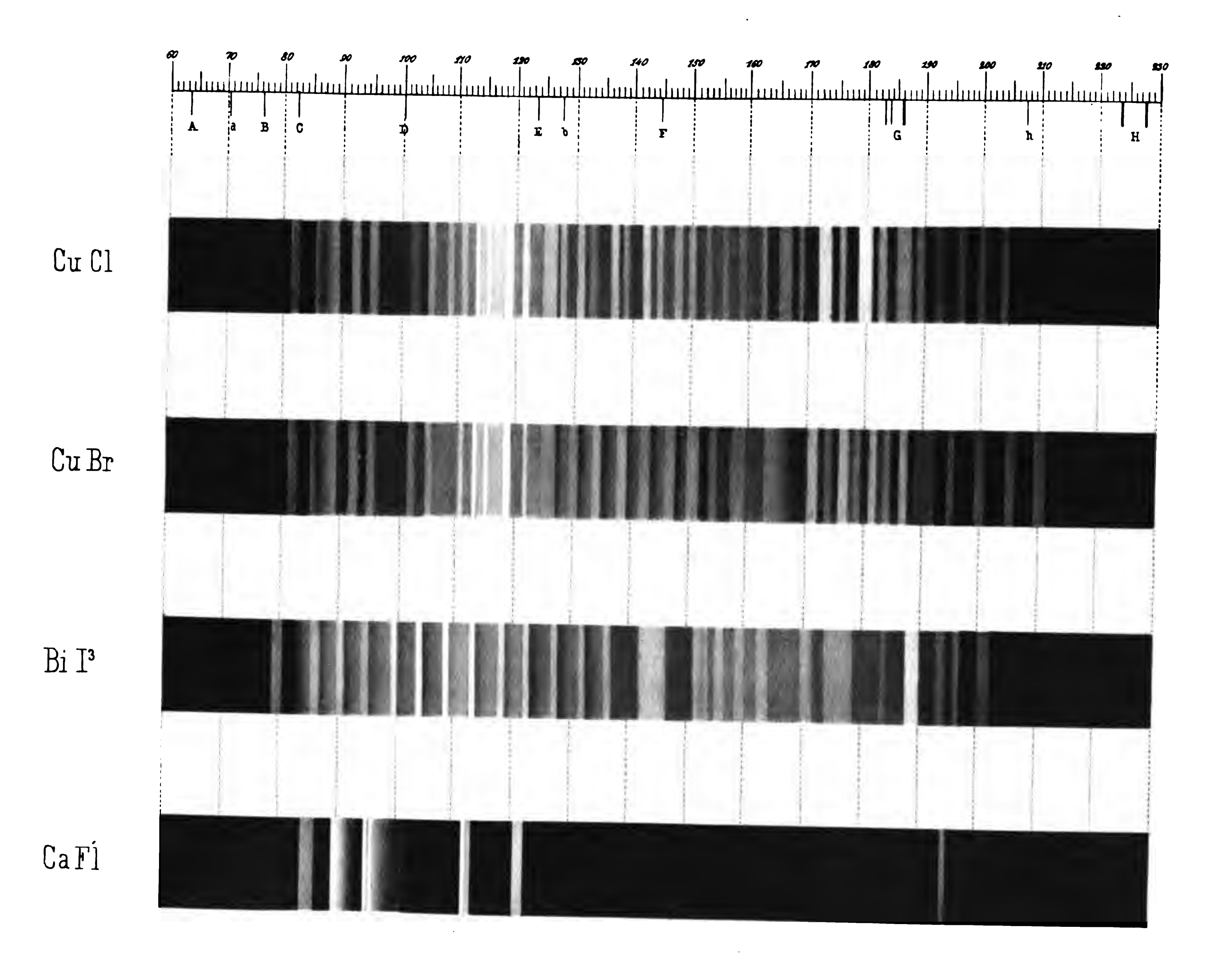
Il résulte des expériences précédentes que, dans bien des cas, la simple observation spectrométrique d'un sel haloïde peut permettre de déterminer, non-seulement le métal, mais encore l'élément électro-négatif combiné avec lui. Malheureusement on n'a de résultat bien net qu'avec un petit nombre de ces composés. Je me suis demandé si, par un choix convenable de ceux-ci, on ne pourrait pas obtenir des réactions capables de déceler dans un mélange la présence des corps halogènes. C'est ce que j'ai essayé de réaliser avec les quatre sels dont les spectres sont figurés dans la Planche qui accompagne ce travail.

Bien que les spectres du chlorure et du bromure de cuivre paraissent d'abord assez sem-

---

[1] Les sels haloïdes ne doivent pas être examinés avec la même flamme. Une température élevée est nécessaire pour les fluorures, une moindre chaleur convient mieux pour les bromures et surtout pour les iodures.

[2] Ces deux lignes apparaissent même seules au premier moment. On peut augmenter leur éclat en introduisant dans la flamme au-dessous de l'essai un fluorure facilement décomposable par la chaleur et ne donnant pas de spectre. C'est un moyen très-simple d'introduire dans la flamme le corps halogène déjà existant dans l'essai; il m'a été plus d'une fois utile dans ces recherches, pour prolonger la durée du spectre initial.



Lith. Boehm & Fils, Montpellier.

blables, il est facile cependant de les distinguer l'un de l'autre ; la partie située avant la division 130 du micromètre est presque identique, à cause de la superposition du spectre de l'oxyde, qui est inévitable dans une flamme oxydante ; mais les raies comprises entre cette division et la division 150, ainsi que celles qui apparaissent dans l'indigo et le violet, présentent dans les deux spectres des différences faciles à apprécier, même sans recourir aux mesures. Ainsi, la disposition des raies vert-bleu est caractéristique pour le bromure, celle des raies violettes pour le chlorure. Lorsque ces deux sels sont portés en même temps dans la flamme, les raies vertes du bromure dominent au premier moment ; la première des doubles raies indigo du chlorure est visible ; la superposition des rayons plus réfrangibles des deux spectres donne lieu à des apparences nouvelles. L'ensemble de ces caractères, auxquels la présence de l'iodure de cuivre n'apporte que des changements sans importance, permet donc de reconnaître l'existence du chlore et du brome dans un mélange de ces trois sels.

La réaction la plus nette de l'iode est donnée par l'iodure de bismuth ; la partie du spectre de ce sel située avant la division 130 du micromètre, est souvent mal définie ; aussi les différences qu'elle présente avec les spectres du chlorure et du bromure de bismuth ne peuvent être que rarement utiles ; mais il n'en est pas de même de la bande violette qui le termine, et qui est située dans une région où ces deux sels ne donnent plus de raies brillantes. Son apparition est un indice certain de la présence de l'iode.

Enfin, le fluorure de calcium peut être employé avec avantage pour reconnaître la présence du fluor. La raie verte qui est située vers la division 121 du micromètre est très-brillante lorsqu'on opère à une température élevée, et peut être considérée comme caractéristique pour ce métalloïde.

La réaction du chlorure de cuivre est très-sensible, celle du bromure l'est un peu moins. Il suffit d'une très-petite quantité de fluorure de calcium pour voir apparaître la deuxième raie verte. La réaction de l'iodure de bismuth est la moins sensible de toutes. La recherche des corps halogènes ne semble donc pouvoir présenter d'autres difficultés que celles qui résultent de la plus ou moins grande facilité avec laquelle ces réactions peuvent être obtenues avec les diverses combinaisons de ces métalloïdes. J'indiquerai rapidement les procédés qui m'ont le mieux réussi.

La méthode indiquée pour les essais au chalumeau donne quelquefois de bons résultats. Une perle de sel de phosphore, saturée d'oxyde de cuivre et portée, encore incandescente, sur la substance à essayer, de manière à l'y faire adhérer, donne, lorsqu'on la présente à l'extrémité du dard intérieur du chalumeau, un spectre qui m'a permis de reconnaître la présence du brome et du chlore. Mais la même expérience, faite en substituant le bismuth au cuivre, ne m'a donné que rarement la réaction de l'iode. Ce procédé est loin, du reste, de réussir dans tous les cas, même pour le chlore ; beaucoup de métaux déterminent, en effet l'apparition d'un spectre continu qui empêche de voir la réaction ; l'argent est malheureusement dans ce cas. Aussi ne peut-on, ainsi que je l'avais espéré d'abord,

examiner directement le précipité obtenu en traitant la dissolution des sels à essayer par le nitrate d'argent.

Lorsque cette précipitation était rendue nécessaire par la présence de substances gênant la réaction, le précipité était recueilli et traité par l'hydrogène sulfuré; une partie de la liqueur acide était saturée avec de l'oxyde de cuivre, l'autre avec de l'oxyde de bismuth récemment précipité. Il m'a souvent été possible de déterminer la présence du chlore et du brome sans concentrer le premier de ces liquides; pour l'iode, il est nécessaire d'évaporer à sec pour obtenir une réaction nette. Le liquide ou le résidu de l'évaporation était directement essayé dans la flamme. Je dois ajouter que la présence de grandes quantités de chlore ou de brome gênent cette réaction.

Quant au fluor, ce métalloïde a de si grandes tendances à s'unir au calcium, que c'est toujours à l'état de fluorure de calcium qu'on a à le rechercher; la seule précaution à prendre est d'opérer avec la flamme du chalumeau à gaz, la réaction n'apparaissant bien qu'à une température très-élevée.

En exposant les essais qui précèdent, je n'ai pas eu la prétention de donner une méthode d'analyse; j'ai voulu simplement indiquer une application nouvelle qui me paraît résulter de mes expériences et montrer que l'analyse spectrale, qui semblait devoir se borner à la recherche de certains métaux, peut aussi servir à déceler la présence de quelques métalloïdes.

IV.

Les diverses expériences contenues dans ce travail me paraissent démontrer les faits suivants :

Les chlorures de certains métaux, qui se décomposent très-rapidement dans la flamme du gaz, se volatilisent au moins en partie dans une flamme chlorurante et deviennent, par suite, susceptibles de donner un spectre.

Les spectres des chlorures obtenus dans cette flamme diffèrent en général de ceux que l'on observe avec les oxydes des mêmes métaux dans une flamme oxydante.

Le chlorure, le bromure, l'iodure et le fluorure d'un même métal, portés dans une flamme oxydante, peuvent donner lieu à l'apparition de lignes brillantes dont la position est différente suivant le sel examiné. Ces lignes, dont la persistance est très-variable, sont toujours accompagnées du spectre que l'on obtient avec l'oxyde.

Les lignes qui apparaissent avec les chlorures appartenant aux spectres qui caractérisent ces sels volatilisés dans une flamme chlorurante, on est en droit de considérer les raies nouvelles qui se présentent avec les bromures, les iodures et les fluorures, comme faisant partie des spectres que donneraient ces composés dans des flammes qui ne réagiraient pas sur eux. Il en résulte que, s'il était possible de faire avec ces sels des expériences semblables à celles qui ont été faites avec les chlorures, on connaîtrait pour le même corps simple, le baryum par exemple, cinq spectres différents.

L'influence du corps électro-négatif sur les radiations émises par une combinaison métallique, ne saurait donc être mise en doute, et je me crois en droit de conclure, avec M. A. Mitscherlich, que les combinaisons binaires peuvent avoir un spectre propre, différant du spectre du métal par la disposition et le nombre des lignes qui le composent.

Quant aux faits sur lesquels s'appuie ce savant pour considérer les spectres d'un métal et de son oxyde comme étant identiques, ils ne me paraissent pas autoriser une conclusion aussi absolue. Sans en appeler aux résultats donnés par l'étincelle électrique, qui pourraient recevoir une autre interprétation[1], il est en effet difficile d'admettre que, lorsque des composés aussi instables que les iodures déterminent l'apparition de spectres particuliers, il n'en soit pas de même, au moins dans certains cas, pour les oxydes volatilisés dans une flamme contenant un excès d'oxygène.

Les lignes brillantes qui apparaissent dans une flamme oxydante sont assez caractéristiques avec quelques-uns des sels haloïdes, pour pouvoir être employées, au moins dans quelques cas, à la recherche des corps halogènes.

Les chlorures de potassium et de sodium ne donnant pas de spectre sensible lorsqu'ils sont volatilisés dans le chalumeau à chlorhydrogène, les lignes qui apparaissent dans une flamme oxydante sont dues à la décomposition de ces sels pendant leur volatilisation. Cette décomposition n'étant probablement que partielle, il en résulte que, pour rechercher des traces de potassium ou de sodium, les carbonates ou les sulfates devraient êtres préférés aux chlorures.

Les spectres donnés par MM. Kirchhoff et Bunsen pour les métaux alcalino-terreux, sont un mélange du spectre que l'on obtient avec l'oxyde dans une flamme oxydante, et de celui que l'on observe avec le chlorure dans une flamme chlorurante. Ceux qui sont attribués par M. A. Mitscherlich aux chlorures sont encore en général des mélanges des mêmes spectres. Mais, dans les premiers, c'est le spectre de l'oxyde qui domine ; tandis que, dans les seconds, c'est celui du chlorure.

Un métal pouvant donner des systèmes de raies différents, suivant les conditions expérimentales ou la nature de la combinaison dans laquelle il est engagé, on ne saurait attacher un caractère absolu de spécificité aux spectres donnés par MM. Kirchhoff et Bunsen ; les lignes brillantes dont ils sont composés ne peuvent, par conséquent, être considérées comme caractéristiques que pour les circonstances dans lesquelles elles ont été observées.

---

[1] Voir les expériences de MM. Plücker et Hittorff, sur les changements causés dans les spectres de l'azote et du soufre par de grandes variations de tension électrique.

SÉPULTURE DE L'AGE DE LA PIERRE

OBSERVÉE

entre Castries et Baillargues (Hérault);

Par M. Paul GERVAIS.

Il a été dernièrement découvert dans la commune de Baillargues, sur le chemin qui conduit de Castries à cette localité, une excavation naturelle longue de plusieurs mètres, à parois usées par le passage prolongé des eaux, et qui avait servi de sépulture à plusieurs corps humains, dont l'enfouissement remonte évidemment à une haute antiquité. Les squelettes retirés de cette grotte ont été en partie brisés par les ouvriers; mais il est facile de reconnaître, à l'usure des dents, que plusieurs provenaient d'individus d'un âge assez avancé. L'un d'eux, dont le crâne a été mutilé, indiquait un homme de haute stature; son fémur a 0,465 de long.

J'ai présenté à l'Académie un crâne presque entier qui a été retiré par mes soins; ce crâne ne diffère que par des caractères secondaires de celui qu'on a recueilli dans la caverne de Mialet (Gard), et que possède la Faculté des sciences. Il indique de même un type de race blanche, brachycéphale et sans trace de prognathisme. Il présente un front bien développé, a sans doute appartenu à une femme, et provient d'un sujet adulte, mais non avancé en âge.

Des couteaux en silex taillé, rencontrés avec ces débris humains, peuvent être considérés comme fixant l'époque à laquelle ces derniers remontent. On sait, en effet, que de semblables instruments sont communs dans les dépôts que les cavernes ont reçus pendant l'âge de la pierre et dans d'autres atterrissements qui se rapportent aussi à l'époque où les hommes étaient depuis assez peu de temps établis dans nos contrées. Des silex taillés ont été également trouvés dans diverses parties de l'Europe, telles que la Sicile, l'Italie, la Suisse, l'Allemagne, la Belgique, le Danemark, l'Angleterre, etc.; il en a aussi été rencontré au Mexique, au Pérou, etc., où l'usage de pareils instruments a probablement duré beaucoup plus longtemps qu'en Europe.

La sépulture primitive qui vient d'être fouillée auprès de Baillargues renfermait en outre de petits corps en carbonate de chaux d'un blanc laiteux, taillés pour la plupart en forme de disques percés au centre, et qui ont dû servir de colliers; il n'a pas été recueilli moins de cinq cents de ces disques. D'autres corps sont en forme de pendeloques irrégulièrement ovoïdes. Les uns et les autres sont évidemment d'une substance organisée,

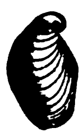
et leur structure paraît avoir de l'analogie avec le test des coquilles; mais il m'a été jusqu'à présent impossible d'en reconnaître la véritable espèce. Des ornements en tout semblables aux disques trouvés à Baillargues ont été recueillis par M. Paul Cazalis, dans une sépulture primitive de l'Aveyron ; M. Lartet en figure aussi dans son Mémoire sur la grotte d'Aurignac, dont il fait remonter le remplissage à l'époque déluvienne, et l'on en a aussi trouvé ailleurs.

Il n'a été observé, à Baillargues, avec les squelettes humains et les débris de l'industrie primitive qui viennent d'être décrits, que quelques fragments de poterie grossière, plusieurs pierres taillées fort peu reconnaissables dans leur usage, et quelques morceaux de charbon démontrant que du feu a été allumé dans la grotte. Divers ossements, et en particulier le crâne cité plus haut, sont revêtus d'une mince couche calcaire indiquant un commencement d'incrustation.

Quant aux ossements d'animaux qui étaient aussi engagés dans la terre de cette grotte, il n'en est pas qui se rapportent aux espèces éteintes. Tous sont au contraire d'espèces encore existantes dans le pays, et proviennent sans doute d'animaux qui ont péri dans cette cavité souterraine dans laquelle ils auront été chercher un refuge, ou de cadavres enfouis par les eaux pluviales. Ce sont des os de renard, de lapin et de mouton, quelques vertèbres de serpents et des os longs d'un crapaud.

Une seule espèce, actuellement étrangère au département de l'Hérault, a laissé dans la grotte de Baillargues des traces de son existence à l'époque où cette grotte a servi de sépulture: c'est un mollusque du genre *Parmacelle*, genre rapproché des limaces, qui n'a encore été trouvé en France que dans la Crau. Il en a été rencontré une dizaine de coquilles. L'une d'elles était appliquée contre le crâne du sujet de grande dimension; les autres ont été retirées de la terre entourant les ossements.





La grotte sépulcrale de Baillargues est creusée dans la molasse coquillière, et c'est en exploitant cette molasse, qui sert à faire du moellon, qu'elle a été ouverte. Je l'ai fouillée avec le concours de M. le D. Delmas, à qui j'en dois l'indication; des recherches y ont été faites aussi par MM. Sauvadet et Ricard, archéologues de Montpellier. Elle n'a pas été entièrement déblayée; il serait donc possible qu'au lieu de se terminer brusquement en cul-de-sac, elle ne fût que l'entrée de chambres plus spacieuses qui pourraient contenir des restes de la faune diluvienne, si nombreux à Lunel-Viel, ou bien des ossements d'animaux moins anciens, mais disparus de ce pays, comme il en a été observé dans la grotte de la Tour de Farges, située à peu de distance. L'enfouissement des cadavres humains serait, dans tous les cas, postérieur à celui des animaux d'espèces éteintes, et on doit même l'attribuer à une époque moins ancienne que celle où le renne était utilisé dans nos régions. Ils proviennent très-probablement de Celtes ou de Ligures[1].

[1] Le crâne a une ressemblance avec ceux que j'ai extraits de la grotte de *Roca blanca*, près Cabrières (Hérault), qui a servi de sépulture pendant l'époque celtique.

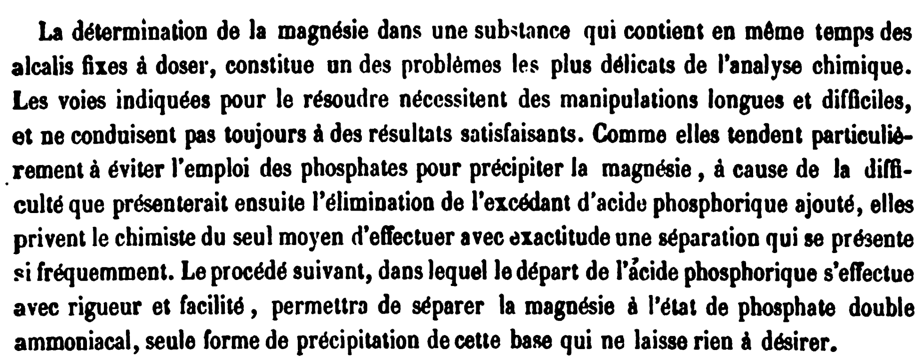
Il faut conclure des observations ci-dessus que le pays de Castries, comme beaucoup d'autres localités du midi de la France, a été habité dès une haute antiquité, et les débris laissés dans le sol par ses anciennes populations pourront nous permettre de rétablir les données principales de l'histoire de ces dernières. Je signalerai dès à présent, parmi les objets appartenant à cette époque dont la découverte récente a appelé mon attention, de nombreux silex taillés en forme de couteaux et des pointes de flèches également en silex, dont M. Delmas a constaté la présence aux environs de cette localité. Des instruments de cette sorte y sont de temps en temps mis à nu lorsqu'on opère le défrichement des petits bois de chêne appelés *garrigues*, et l'on en découvre aussi en faisant passer la charrue sur des terres actuellement plantées en vigne, ou en visitant dans certains endroits la surface du sol lorsque de fortes pluies l'ont raviné.

Des haches celtiques, en jade ascien et à surface polie, existent dans les mêmes conditions d'enfouissement, soit dans la localité qui vient de nous occuper, soit dans d'autres parties du Languedoc. J'en ai déjà réuni un certain nombre, et j'en possède en particulier une qui a été trouvée à Montpellier même, dans une vigne dépendant de la campagne Sanguinède, située près le château Leyris. Je puis également en signaler dans la grotte de *Diou-lou-Gard,* près Sauve (Gard), où il en a été recueilli plusieurs par M. Boutin, de Ganges. Ces haches usées sont connues des archéologues sous le nom de *haches celtiques*. Il en a aussi été trouvé à Saint-Pons, dans la Caverne du Pontil, dont certaines couches renferment des ossements humains. Ces couches paraissent contemporaines des habitations lacustres de la Suisse et renferment, en effet, beaucoup de débris de l'industrie analogues à ceux qui ont été décrits par MM. Keller, Troyon, etc., comme caractérisant l'âge de la pierre, en Suisse.



Séparation de la Magnésie d'avec les Alcalis,

Par M. G. CHANCEL.



La détermination de la magnésie dans une substance qui contient en même temps des alcalis fixes à doser, constitue un des problèmes les plus délicats de l'analyse chimique. Les voies indiquées pour le résoudre nécessitent des manipulations longues et difficiles, et ne conduisent pas toujours à des résultats satisfaisants. Comme elles tendent particulièrement à éviter l'emploi des phosphates pour précipiter la magnésie, à cause de la difficulté que présenterait ensuite l'élimination de l'excédant d'acide phosphorique ajouté, elles privent le chimiste du seul moyen d'effectuer avec exactitude une séparation qui se présente si fréquemment. Le procédé suivant, dans lequel le départ de l'acide phosphorique s'effectue avec rigueur et facilité, permettra de séparer la magnésie à l'état de phosphate double ammoniacal, seule forme de précipitation de cette base qui ne laisse rien à désirer.

La marche à suivre consiste à précipiter d'abord la magnésie, en présence du chlorhydrate d'ammoniaque et d'ammoniaque libre, par du phosphate d'ammoniaque chimiquement pur. Le phosphate ammoniaco-magnésien, recueilli avec les précautions d'usage, est transformé par la calcination en pyrophosphate; son poids fait connaître la quantité de magnésie qui se trouvait primitivement en présence des alcalis.

Le liquide filtré, réuni aux eaux de lavage, contient les alcalis, des sels ammoniacaux et l'excédant de l'acide phosphorique ajouté pour précipiter la magnésie. Après l'avoir évaporé jusqu'à siccité, on soumet le résidu à une calcination ménagée, mais suffisante cependant pour l'expulsion des sels ammoniacaux. Le résidu étant alors repris par l'eau, on élimine l'acide phosphorique par l'un des deux moyens suivants :

1° A la solution, préalablement débarrassée du chlore par le nitrate d'argent, on ajoute un excès de nitrate acide de bismuth et on sépare par le filtre le précipité de phosphate de bismuth, puis on en élimine l'argent et le bismuth par l'hydrogène sulfuré ; elle ne contient plus alors que les alcalis à l'état de nitrates.

2° On ajoute à la solution d'abord du nitrate d'argent, puis un léger excès de carbonate de la même base. Si les alcalis sont à l'état de chlorures, on n'a pas à se préoccuper du précipité que détermine l'addition du nitrate d'argent, et il est inutile de le séparer, car il n'entrave pas l'action du carbonate ni la séparation de l'acide phosphorique; dans ce cas, il importe seulement d'ajouter assez de nitrate d'argent pour qu'après la séparation du chlore il en reste un excès suffisant dans la liqueur. Quand le précipité de phosphate d'argent s'est bien rassemblé et que le liquide est limpide et tout à fait neutre, on filtre et on élimine du liquide filtré l'excédant d'argent par l'acide chlorhydrique [1]. Les alcalis sont alors dans une solution entièrement exempte de tout principe fixe étranger, et peuvent être déterminés sans peine par les procédés usuels.

[1] La liqueur contenant actuellement un peu d'eau régale ne doit pas être évaporée dans des vases de platine.

ACADÉMIE

des Sciences et Lettres de Montpellier.

MÉMOIRES

DE LA SECTION DES SCIENCES.

TOME VI. — IIe FASCICULE.

ANNÉE 1865.



MONTPELLIER

BOEHM ET FILS, IMPRIMEURS DE L'ACADÉMIE, PLACE DE L'OBSERVATOIRE.

1865

LA VÉGÉTATION DU SPITZBERG

COMPARÉE A CELLE

DES ALPES ET DES PYRÉNÉES,

Par Charles MARTINS.

Placé sous le méridien de l'Europe centrale et de la presqu'île scandinave, entre 76° 30′ et 80° 50′ de latitude, le Spitzberg est pour ainsi dire la sentinelle avancée de notre continent vers le Nord. C'est dans ces îles, où l'hiver règne pendant dix mois de l'année, que la vie organique s'éteint faute de chaleur et de lumière; c'est là que le naturaliste recueille les dernières plantes et observe les derniers animaux; c'est la limite extrême de la Faune et de la Flore européennes. Au-delà tout est mort, et une banquise de glaces éternelles s'étend jusqu'au pôle boréal. Au Spitzberg lui-même, les neiges ne fondent que sur le bord de la mer, dans des localités privilégiées; mais les montagnes restent toujours blanches, même pendant les trois mois de l'été. Toutes les vallées sont comblées par de puissants glaciers qui descendent jusqu'à la mer; aussi ces îles sont-elles l'image fidèle de l'époque géologique qui a précédé immédiatement celle où nous vivons, l'époque glaciaire. Pendant cette période, un manteau de glace couvrait tout le nord de l'Europe jusqu'au 53e degré de latitude; toutes les vallées des chaînes de montagnes, telles que les Vosges, le Jura, les Alpes, les Pyrénées, les Carpathes, le Caucase, l'Hymalaya et même celles de la Nouvelle-Zélande,

étaient occupées par des glaciers qui s'étendaient plus ou moins loin dans les plaines voisines. Le Spitzberg réalise donc, à nos yeux, l'image d'une phase géologique dont les traces se rencontrent presque partout. Le petit nombre d'animaux et de végétaux qui habitent ces îles sont ceux qui résistent le mieux au froid et réclament le moins de cette chaleur solaire, source de la vie des êtres organisés. Sous ce double point de vue, la végétation de cette portion des terres arctiques tracée par un voyageur qui l'a vue à deux reprises différentes, et complétée par l'étude des explorations anciennes et modernes, mérite d'être connue des naturalistes qui s'intéressent à la géographie botanique.

L'archipel du Spitzberg se compose d'une île principale qui a donné son nom à tout le groupe, et de deux autres grandes îles, l'une plus petite au sud, l'autre plus grande au nord, la terre des États et la terre du Nord-Est. L'île du Prince-Charles est située sur la côte occidentale, et une chaîne de petits îlots appelée les Sept-Iles s'avance directement vers le pôle. L'îlot de la Table est le dernier rocher qui surgisse au sein de la mer Glaciale.

Climat du Spitzberg.

Quand on songe qu'au Spitzberg la hauteur du soleil ne dépasse jamais 37 degrés, même dans les parties les plus méridionales; que ses rayons obliques, traversant une épaisseur énorme d'atmosphère, n'arrivent à la terre qu'après avoir perdu presque toute leur chaleur, et rasent, pour ainsi dire, la surface du sol, au lieu de le frapper perpendiculairement, comme dans les pays chauds; si l'on ajoute que, du 26 octobre au 16 février, l'astre ne se montre plus, et qu'une nuit de quatre mois enveloppe cette terre glacée; si l'on réfléchit que pendant la période de 128 jours, pendant laquelle la nuit alterne avec la clarté du soleil, celui-ci s'élève à peine au-dessus de l'horizon, on comprendra que le climat du Spitzberg soit des plus rigoureux. La présence continuelle de l'astre, pendant quatre mois de l'année, ne compense pas son absence pendant le même espace de temps, ni l'obliquité de ses rayons; en outre, même aux mois de juillet et d'août, il est le plus souvent obscurci par des brumes qui s'élèvent de la mer. Jamais le ciel n'est serein pendant une journée entière. De plus, des vents violents,

refroidis par les banquises ou par des glaciers, viennent à de courts intervalles abaisser la température de l'atmosphère. Néanmoins, le climat du Spitzberg est moins froid que celui des parties septentrionales de l'Amérique situées sous la même latitude, savoir l'extrémité de la baie de Baffin, connue sous le nom de *Smith-Sound*. C'est dans ces régions que les météorologistes ont placé le pôle du froid de l'hémisphère septentrional, qui ne coïncide nullement avec celui de la terre, mais se trouve, en Amérique, par 98° de longitude occidentale et sous le 78° degré de latitude. Si le climat du Spitzberg est moins rigoureux que celui de ces régions continentales, c'est aussi parce que le Spitzberg est un archipel dont les eaux sont réchauffées par le *Gulfstream*, grand courant d'eau tiède qui prend naissance dans le golfe du Mexique, traverse l'Atlantique, et vient expirer dans la mer Blanche et sur les côtes occidentales du Spitzberg. Aussi celles-ci sont-elles toujours libres en été, tandis que les côtes orientales, bloquées par des glaces flottantes, sont rarement accessibles aux pêcheurs de phoques et de morses, qui seuls fréquentent ces parages désolés.

Je ne fatiguerai pas le lecteur des méthodes que j'ai employées et des calculs que j'ai faits pour exprimer en chiffres les températures moyennes du Spitzberg. J'ai utilisé les observations de Phipps, celles de Parry, de Scoresby, et celles de la commission scientifique du Nord au Spitzberg et en Laponie. Mes résultats étant sensiblement d'accord avec ceux que Scoresby a déduits de ses propres observations, les nombres obtenus méritent la confiance des savants. Comme lui, j'ai calculé les températures pour la partie moyenne de l'île située sous le 78° degré de latitude. Le tableau suivant présente les températures moyennes de chaque mois exprimées en degrés centigrades. Afin que le lecteur puissse se faire une juste idée de la rigueur de ce climat, je mets en regard les températures correspondantes pour Paris, calculées par M. Renou, et basées sur 45 ans d'observations (1816 à 1860), faites à l'Observatoire de Paris.

Températures moyennes mensuelles
au Spitzberg sous le 78e degré de latitude et à Paris sous 48° 58'.

SPITZBERG.	PARIS.	SPITZBERG.	PARIS.
Janvier.......—18°,2	2°,3	Juillet........ 2°,8	18°,7
Février.......—17, 1	3, 9	Août......... 1, 4	18, 5
Mars..........—15, 6	6, 3	Septembre.....— 2, 5	15, 5
Avril.........— 9, 9	10, 0	Octobre......— 8, 5	11, 2
Mai..........— 5, 3	13, 8	Novembre.....—14, 5	6, 6
Juin.........— 0, 3	17, 3	Décembre.....—15, 0	3, 5

La moyenne de l'année est donc de — 8°,6 ; celle de Paris étant de + 10°,6 , la différence s'élève à 19 degrés.

Les températures moyennes ne sont pas suffisantes pour bien caractériser un climat, car la même moyenne peut correspondre à des extrêmes très-différents. Voici quelques températures extrêmes observées au Spitzberg, du mois d'avril à celui d'août. En avril, Scoresby n'a pas vu le thermomètre en mer s'élever au-dessus de — 1°,1. En mai, la plus haute température fut de + 1°,1. Six fois seulement le thermomètre s'éleva au-dessus du point de congélation. Le mois de mai est donc encore un mois d'hiver. En juin, le mercure dépasse souvent le zéro de l'échelle thermométrique, et Scoresby l'a vu marquer 5°,6; mais en 1810 il est encore descendu à—9°,4. En juillet, je ne l'ai jamais vu s'élever au-dessus de 5°,7 ni s'abaisser au-dessous de 2°,7 : on voit que la température est d'une uniformité remarquable, puisqu'elle ne varie que de trois degrés. Même phénomène en août, où j'ai vu, sous le 78e degré de latitude, le thermomètre en mer osciller entre 1°,2 et 3°,0. Pour donner une idée de l'absence de chaleur du Spitzberg, je dirai qu'en onze ans, de 1807 à 1818, Scoresby n'a vu qu'une seule fois, le 29 juillet 1815, le thermomètre à 14°,4 ; Parry à 12°,8 le 19 juillet 1827, et moi-même à 8°,2 en août 1838. La plus haute température, 16°,0, a été notée par l'expédition suédoise, le 15 juillet 1861. Quant au froid, nous n'avons pas de renseignements précis pour l'hiver, mais il est

probable que le mercure y gèle quelquefois et que le thermomètre se tient souvent entre — 20° et — 30°, car Scoresby a encore observé — 17°,8 le 18 avril 1810, et même — 18°,9 le 13 mai 1814. Il tombe de la neige dans tous les mois de l'année. Au mouillage de la baie de la Madeleine, par 79°,34′ de latitude, la corvette *la Recherche* en était couverte pendant les premiers jours d'août 1839. Dans le journal de Scoresby, il n'est pas de mois où elle ne soit indiquée. Le temps est d'une inconstance remarquable. A un calme plat succèdent de violents coups de vent. Le ciel, serein pendant quelques heures, se couvre de nuages; les brumes sont presque continuelles et d'une épaisseur telle qu'on ne distingue pas les objets à quelques pas devant soi : ces brumes, humides, froides, pénétrantes, mouillent souvent comme la pluie. Les orages sont inconnus dans ces parages, même pendant l'été; jamais le bruit du tonnerre ne trouble le silence de ces mers désertes. Aux approches de l'automne, les brumes augmentent, la pluie se change en neige; le soleil s'élevant de moins en moins au-dessus de l'horizon, sa clarté s'affaiblit encore. Le 23 août, l'astre se couche pour la première fois dans le Nord : cette première nuit n'est qu'un crépuscule prolongé; mais à partir de ce moment la durée des jours diminue rapidement; enfin, le 26 octobre, le soleil descend dans la mer pour ne plus reparaître. Pendant quelque temps encore, le reflet d'une aurore qui n'annonce plus le lever du soleil illumine le ciel aux environs de midi, mais ce crépuscule devient de plus en plus court et de plus en plus pâle, jusqu'à ce qu'il s'éteigne complétement. La lune est alors le seul astre qui éclaire la terre, et sa lumière blafarde, réfléchie par les neiges, révèle la sombre tristesse de cette terre ensevelie sous la neige et de cette mer figée par la glace.

Presque toutes les nuits polaires sont éclairées par des aurores boréales plus ou moins brillantes; mais à partir du milieu de janvier, le crépuscule de midi devient plus sensible; l'aurore, annonçant le retour du soleil, s'élargit et monte vers le zénith; enfin le 16 février un segment du disque solaire, semblable à un point lumineux, brille un moment pour s'éteindre aussitôt; mais à chaque midi le segment augmente jusqu'à ce que l'orbe tout entier s'élève au-dessus de la mer : c'est la fin de la longue nuit de l'hiver; des alternatives de jour et de nuit se succèdent, pendant soixante-cinq jours, jusqu'au 21 avril, commencement d'un jour de quatre mois, pendant les-

quels le soleil tourne autour de l'horizon sans jamais disparaître au-dessous. Passons à la description physique du Spitzberg.

Constitution physique et géologique du Spitzberg.

Spitzbergen, montagnes pointues, tel est le nom que les navigateurs hollandais donnèrent à ces îles qu'ils venaient de découvrir, et en effet, de la mer on ne voit que des sommets aigus aussi loin que la vue peut porter : ces montagnes ne sont pas très-élevées, leur altitude varie entre 500 et 1200 mètres ; partout elles s'avancent jusqu'au bord de la mer, et il n'existe en général qu'une étroite bande de terre qui forme le rivage. Aux deux extrémités de l'île, au nord et au sud, le sol est moins accidenté, les vallées sont plus larges et le pays prend l'aspect d'un plateau. Trois de ces baies profondes et ramifiées, appelées *fiords* par les Norvégiens, découpent la côte occidentale du Spitzberg. Ce sont, du sud au nord, *Horn-Sound*, la baie de la Corne ; *Bell-Sound*, la baie de la Cloche ; *Jce-Sound*, la baie des Glaces ; *Cross-Bay*, la baie de la Croix ; *Kings-Bay*, la baie du Roi. La baie de Hambourg et celle de la Madeleine sont des golfes moins profonds et moins ramifiés.

Toutes les vallées, dans le nord comme dans le sud du Spitzberg, sont comblées par des glaciers qui descendent jusqu'à la mer. Leur longueur est variable : le plus long que j'ai vu, celui de Bellsound, avait 18 kilomètres de long sur 6 kilomètres de large ; celui du fond de Magdalena-Bay 1840 mètres de long sur 1580 mètres de large au bord de la mer. Suivant Scoresby, les deux plus grands glaciers sont ceux du Cap sud et un autre au nord de *Horn-Sound*, qui tous deux ont 20 kilomètres de large au bord de la mer, et une longueur inconnue. Les sept glaciers qui bordent la côte au nord de l'île du Prince-Charles, ont chacun près de 4 kilomètres de large. Tous ces glaciers forment à leur extrémité inférieure de grands murs ou escarpements de glace qui s'élèvent verticalement au-dessus de l'eau à des hauteurs qui varient entre 30 et 120 mètres. Les premiers navigateurs hollandais et anglais, voyant ces murailles colossales de glace qui dépassaient la hauteur des mâts de leurs navires, les désignèrent sous le nom de montagnes de glace (*icebergs*), ne soupçonnant pas leur analogie avec les glaciers de l'intérieur

du continent : le nom leur en est resté, et Phipps, Parry, Scoresby lui-même, ignoraient la nature de ces fleuves de glace qui s'écoulaient sous leurs yeux dans les flots. Quand j'abordai, pour la première fois au Spitzberg, en 1838, je reconnus immédiatement les glaciers que j'avais si souvent admirés en Suisse. L'origine est la même, mais les différences tiennent au climat, au voisinage de la mer et à la faible élévation des montagnes du Spitzberg.

Les glaciers descendant jusqu'à la mer, il n'y a ni fleuves ni rivières au Spitzberg. Quelques faibles ruisseaux s'échappent quelquefois des flancs du glacier, mais ils tarissent souvent. Le sol étant toujours gelé à quelques décimètres de profondeur, les sources sont inconnues dans ces îles.

La géologie des côtes ocidentales du Spitzberg a été étudiée par Keilhau, les membres de la commission française, et, dans ces derniers temps, par MM. Nordenskiöld et Blomstrand. Sans entrer dans des détails peu intéressants pour le botaniste, je dirai que les montagnes du Spitzberg sont formées en général de roches cristallines. Les Sept-Iles, au nord de l'archipel, sont entièrement granitiques. Le granite est donc la roche dont se composent les dernières terres dans le nord de l'Europe. Plus au sud apparaissent des calcaires quelquefois dolomitiques, appartenant probablement aux formations anciennes, et traversés par des filons de roches hypersthéniques, espèce de porphyre fort rare qui ne se rencontre qu'en Scandinavie et au Labrador. Sur d'autres points, on a retrouvé les mêmes roches; mais dans le détroit de Hinlopen et près de Bell-Sound, on observe des calcaires fossilifères. D'après l'inspection de leurs fossiles, M. de Konnink les a rapportés au terrain permien, formation reposant sur le terrain houiller, et qui tire son nom du gouvernement de Perm en Russie. Dans la baie du Roi (*Kings-Bay*), M. Blomstrand a signalé ce terrain carbonifère avec des traces de combustible. On comprend toutes les difficultés que rencontre le géologue dans un pays couvert de neige et de glace. Néanmoins, d'après les indications que nous possédons, on peut dire que le Spitzberg appartient aux formations anciennes du globe, aux îles émergées dès l'origine du monde, et où manquent tous les terrains formés par les mers où se sont déposées les couches jurassiques, crétacées et tertiaires.

Flore du Spitzberg.

Après le tableau que nous avons tracé du climat et de la constitution physique du Spitzberg, le titre de ce chapitre doit sembler invraisemblable. Quelle végétation peut-il y avoir dans un pays couvert de neige et de glace, où la température moyenne de l'été est de + 1°,3, c'est-à-dire inférieure à celle du mois de janvier à Paris? Existe-t-il des plantes capables de vivre et de se propager dans de pareilles conditions de sol et de climat? Néanmoins, quand on aborde au Spitzberg, on aperçoit çà et là certaines places favorablement exposées, où la neige a disparu. Ces îles de terre éparses au milieu des champs de névé qui les entourent, semblent d'abord complètement nues ; mais en s'approchant on distingue de petites plantes microscopiques pressées contre le sol, cachées dans ses fissures, collées contre les talus tournés vers le midi, abritées par des pierres ou perdues dans les petites mousses et les lichens gris qui tapissent les rochers. Les dépressions humides, couvertes de grandes mousses du plus beau vert[1], reposent l'œil attristé par la couleur noire des rochers et le blanc uniforme de la neige. Au pied des falaises habitées par des oiseaux marins, dont le guano active la végétation sur la terre qu'il échauffe, des renoncules, des *Cochlearia*, des graminées, atteignent quelquefois plusieurs décimètres, et au milieu des éboulements de pierres s'élève un pavot à fleur jaune (*Papaver nudicaule*), qui ne déparerait pas les corbeilles de nos jardins. Nulle part un arbuste ou un arbre : les derniers de tous, le bouleau blanc, le sorbier des oiseleurs et le pin Sylvestre, s'arrêtent en Norvège, sous le 70e degré de latitude. Néanmoins, quelques végétaux sont de consistance ligneuse : d'abord, deux petites espèces de saules appliqués contre la terre, dont l'un, le saule à feuilles réticulées, croit également dans les Alpes, et un arbrisseau s'élevant au-dessus des mousses humides, l'*Empetrum nigrum*, qu'on trouve dans les marais tourbeux de l'Europe, jusqu'en Espagne et en Italie. Les autres plantes sont d'humbles herbes sans tige dont les fleurs s'épanouissent au

---

[1] *Eremodon Wormskioldii* Brid. *Polytrichum alpinum* L. *Bryum julaceum* Schr., etc.

raz du sol. La plupart sont si petites qu'elles échappent aux yeux du botaniste, qui ne les aperçoit qu'en regardant soigneusement à ses pieds. La preuve en est dans le lent accroissement de l'inventaire des plantes phanérogames du Spitzberg, qui n'a été complété que peu à peu par les recherches successives des voyageurs qui ont exploré ces îles. Ainsi, en 1675, Frédéric Martens de Hambourg décrit et figure seulement onze espèces terrestres; Phipps, en 1773, n'en rapporta que douze, qui furent nommées et décrites par Solander. Scoresby était presque toujours à la mer; aussi le nombre total des espèces qu'il a recueillies dans ses voyages ne s'élève-t-il qu'à quinze, décrites, en 1820, par le célèbre Robert Brown. En 1823, le capitaine, actuellement général Sabine, en rassembla vingt-quatre, que sir W. Hooker prit le soin de déterminer. Le même botaniste a fait connaître les quarante espèces récoltées par Parry en 1827, pendant son séjour au nord du Spitzberg. Sommerfelt a ensuite dénommé quarante-deux espèces rapportées la même année par Keilhau du Spitzberg méridional et de l'île de l'Ours. En 1838 et 1839, un botaniste danois, M. Vahl, et moi, avons recueilli à Bell-Sound, à Magdalena-Bay et à Smeerenberg, cinquante-sept espèces. Le voyage de MM. Torell, Nordenskiöld et Quennerstedt, en 1858, a enrichi la Flore du Spitzberg de six espèces, et celui de la commission scientifique suédoise, en 1861, de vingt et une. M. Malmgrén, botaniste de l'expédition, en éliminant les doubles emplois et distinguant les espèces confondues par ses prédécesseurs, porte à quatre-vingt-treize le nombre total des plantes phanérogames du Spitzberg.

Je ne parlerai pas des cryptogames, c'est-à-dire des mousses qui tapissent le fond des dépressions humides, et recouvrent les marais tourbeux. Je passe également sous silence les lichens qui croissent sur les pierres jusqu'au sommet des montagnes, et résistent aux froids les plus rigoureux; car la plupart ne sont jamais recouverts par la neige. M. Lindblom portait déjà le nombre de ces cryptogames à cent cinquante-deux, avant les deux dernières expéditions suédoises. On voit que la loi émise par Linné sur la prédominance des cryptogames dans le Nord se vérifie pleinement, et en additionnant les phanérogames avec les cryptogames, la somme totale des végétaux connus du Spitzberg s'élèverait à deux cent quarante-cinq espèces.

Le nombre des phanérogames du Spitzberg, qui ne monte qu'à 93, est

extrêmement restreint. En effet, l'Islande, située sous le 65e degré de latitude, et dont la superficie est beaucoup plus petite, en renferme 402. En allant vers le sud, la proportion augmente rapidement, puisque l'Irlande, plus petite également que le Spitzberg, en nourrit 960. Les végétaux de cette île sont donc les enfants perdus de la Flore européenne, ceux de tous qui résistent le mieux au froid, ou plutôt, puisque la neige les recouvre en hiver, ceux qui peuvent vivre et fleurir avec la plus petite somme de chaleur.

Des 93 phanérogames du Spitzberg, une seule espèce est alimentaire : c'est le *Cochlearia fenestrata*, dont trois congénères, *Cochlearia officinalis*, *C. danica* et *C. anglica*, habitent les côtes de l'océan Atlantique. Ces plantes, renfermant un principe âcre et amer, sont employées en médecine comme antiscorbutiques, mais ne servent pas d'aliment. Au Spitzberg, vu l'absence de chaleur atmosphérique, ces principes se développent si peu, que le cochléaria peut être mangé en salade; précieuse ressource pour les navigateurs, car ses propriétés antiscorbutiques, quoique affaiblies, n'en subsistent pas moins, et préviennent une affection que le froid, l'humidité, l'usage de viandes salées et la privation de végétaux conspirent à développer. Les graminées sont pendant l'été une précieuse ressource pour les rennes, le seul animal herbivore qui habite le Spitzberg.

Je crois devoir donner ici la liste complète des plantes du Spitzberg, disposées par familles naturelles.

Végétaux phanérogames du Spitzberg.

Nota. Les espèces en italiques existent en France. — Les espèces distinguées par une astérisque sont exclusivement arctiques, et manquent en Scandinavie.

Ranunculaceæ. *Ranunculus glacialis* L., R. hyperboreus. Rottb., R. pygmæus Wbg., R. nivalis L., R. sulfureus Sol., * R. arcticus Richards.

Papaveraceæ. Papaver nudicaule L.

Cruciferæ. *Cardamine pratensis* L., *C. bellidifolia* L.; *Arabis alpina* L.; * Parrya arctica R. Br.; Eutrema Edwardsii R. Br.; * Braya purpurescens R. Br.; Draba alpina L., * Draba glacialis Adams, * D. pauciflora? R. Br., * D. micropetala ? Hook., D. nivalis Liljebl., * D. arctica Fl. Dan., * D. corymbosa R. Br., D. rupestris R. Br., D. hirta L., *D. Wahlenbergii* Hartm.; Cochlearia fenestrata R. Br.

CARYOPHYLLEÆ. *Silene acaulis* L.; Wahlbergella (Lychnis) apetala Fr.; W. affinis Fr.; *Stellaria Edwardsii R. Br.; * S. humifusa Rottb.; *Cerastium alpinum* L.; Arenaria ciliata, *A Rossii R. Br., *A. biflora* L.; *Ammadenia (Arenaria) peploides* Gm.; *Alsine rubella* Wbg.; Sagina nivalis Fr.

ROSACEÆ. *Dryas octopetala* L.; * Potentilla pulchella R. Br., P. maculata Pourr., *P. nivea* L., *P. emarginata Pursh.

SAXIFRAGEÆ. Saxifraga hieracifolia Waldst et Kit., S. nivalis L., S. foliosa, R. Br., *S. oppositifolia* L., * S. flagellaris Sternb., *S. hirculus* L., *S. aizoides* L., S. cernua L., S. rivularis L., S. cæspitosa L.; *Chrysosplenium alternifolium*, var. tetrandrum. Th. Fr.

SYNANTHEREÆ. *Arnica alpina* Murray; *Erigeron uniflorus* L.; *Nardosmia (Tussilago) frigida* Cass.; *Taraxacum palustre* Sm; * T. phymatocarpum Vahl.

BORAGINEÆ. Mertensia (Pulmonaria) maritima L.

POLEMONIACEÆ. * Polemonium pulchellum Lebed.

SCROFULARIACEÆ. Pedicularis hirsuta L.

ERICACEÆ. Andromeda tetragona L.

EMPETREÆ. *Empetrum nigrum* L.

POLYGONEÆ. *Polygonum viviparum* L.; *Oxyria digyna* Campd.

SALICINEÆ. *Salix reticulata* L., S. polaris Wbg.

JUNCEÆ. Juncus biglumis L.; Luzula hyperborea R. Br., L. arctica Blytt.

CYPERACEÆ. *Eriophorum capitatum* Host.; Carex pulla Good., C. misandra R. Br., C. glareosa Wbg., C. nardina Fr., *C. rupestris*, All.

GRAMINEÆ. Alopecurus alpinus Sm., R. Br.; Aira alpina L.; Calamagrostis neglecta Ehrh.; *Trisetum subspicatum* P. Beauv.; * Hierochloa pauciflora R. Br.; * Dupontia psilosantha Rupr., * D. Fischeri R. Br.; *Poa pratensis*, var. alpigena Fr., *P. cenisia* All., P. stricta Lindeb., * P. abbreviata R. Br., P. Vahliana Liebm.; * Glyceria angustata Mgr.; Catabrosa algida Fr., *C. vilfoidea Anders.; Festuca hirsuta Fl. Dan., *F. ovina* L., *F. brevifolia R. Br.

Les personnes auxquelles la Botanique n'est pas étrangère pourront retrouver un certain nombre de ces espèces dans divers pays. Ainsi, sur les 93 phanérogames du Spitzberg, 69 espèces existent en Scandinavie, et 28 même en France. Ces dernières sont imprimées en italiques. La cardamine des prés, le pissenlit des marais et la fétuque des brebis, se rencontrent dans nos plaines. La sabline à feuilles de pourpier (*Arenaria peploides*) croît sur les bords de la mer; le *Chrysosplenium alternifolium* dans les bois humides des montagnes. L'*Empetrum nigrum* et le *Saxifraga hirculus* sont des plantes des marais tourbeux. Les autres espèces habitent les parties les plus élevées des Alpes et des Pyrénées.

Que le lecteur ne se hâte pas d'admettre des centres multiples de création, et de penser que ces vingt-huit espèces françaises n'ont point une origine commune avec leurs sœurs du Spitzberg, mais auraient paru simultanément ou à des époques différentes autour du pôle, dans les marais de la France ou sur les sommets neigeux des Alpes et des Pyrénées. Les progrès récents de la géographie botanique ne permettent pas d'admettre une semblable conclusion. On a d'abord remarqué que la flore de toutes les contrées glacées qui entourent le pôle nord est d'une uniformité remarquable. M. Malmgrén nous apprend que sur les 93 plantes phanérogames du Spitzberg, 81 se retrouvent au Groenland. Plus à l'ouest, les iles qui bordent les détroits de Lancastre, de Barrow et de Melville, situés dans l'Amérique septentrionale, près du 75e degré de latitude nord, ont 58 plantes communes avec la partie septentrionale du Spitzberg. Celles qui manquent en Amérique sont en général des espèces de la côte occidentale de l'île qui appartiennent plus spécialement à la flore continentale du nord de l'Europe. Vers l'est, dans la Sibérie asiatique, sur la presqu'île de Taymir, par 100 degrés de longitude est et 75 degrés de latitude, M. Middendort a recueilli 124 phanérogames dont 53 habitent également le Spitzberg.

On le voit, la couronne des modestes fleurs qui entourent le pôle boréal n'est pas variée sous les différents méridiens, comme les autres ceintures végétales qui ceignent le globe terrestre ; ce sont partout les mêmes plantes ou des espèces appartenant aux mêmes genres et aux mêmes familles ; ce sont toujours les Graminées, les Crucifères, les Caryophyllées et les Saxifragées qui dominent ; et parmi les genres les *Draba*, les saxifrages, les renoncules, les *Carex* et les *Poa*. Toutes ces espèces sont vivaces ; c'est une condition de leur existence, car il en est bien peu qui puissent, chaque année, nouer leurs fruits et mûrir leurs graines ; or une plante annuelle disparait d'un pays s'il arrive une seule fois que ses graines ne parviennent pas à maturité.

Il existe donc une Flore arctique ; mais celle du Spitzberg est aussi le prolongement de la flore scandinave qui se mêle dans cette île à la flore arctique proprement dite : en effet, ces deux régions ont 69 espèces communes ; restent 24 espèces propres au Spitzberg, mais qui toutes se retrouvent dans l'Amérique boréale, le nord de la Sibérie et à la Nouvelle-Zemble ; ce sont les plantes arctiques par excellence, celles qui caractérisent le mieux la flore

circumpolaire. Je les ai distinguées des autres par une astérisque. En résumé, la flore du Spitzberg se compose du mélange de deux flores, l'une européenne dominante en raison du voisinage de la Scandinavie, l'autre arctique, c'est-à-dire américaine et asiatique.

La végétation du Spitzberg et de la Laponie comparée à celle des Alpes.

La flore polaire est circonscrite dans les hautes latitudes par une barrière infranchissable pour elle : la chaleur des étés ; mais avant l'époque actuelle, la terre a traversé une période de froid ; les glaciers ont formé une calotte qui, rayonnant du pôle, s'est avancée jusqu'au milieu de l'Europe, de l'Amérique et de l'Asie, abaissant la température et transportant des blocs de pierres, des amas de sable et de gravier, et avec eux les plantes qui les habitaient : ces plantes se sont propagées de proche en proche vers le sud. Lorsqu'une température plus élevée a amené la fusion et le retrait des glaciers, ces plantes, surprises par la chaleur, ont disparu presque toutes des plaines de l'Europe, mais elles se sont maintenues dans les montagnes telles que les Sudètes qui comprennent toutes les chaînes de l'Allemagne septentrionale, dans le Harz, dans les Vosges et surtout dans les Alpes. Ainsi, suivant M. Heer, la Suisse compte actuellement 360 espèces alpines, dont 158 se retrouvent dans le nord de l'Europe. Il en énumère 42 qui habitent même les plaines du canton de Zurich. Quelques exemples spéciaux vont mettre ces vérités en évidence.

La montagne du Faulhorn, dans le canton de Berne, se termine par un cône qui s'élève au-dessus d'un plateau sur lequel se trouve un petit glacier. Ce cône, en pente assez douce vers le midi, forme un abrupt du côté du nord : sa hauteur totale est de 65 mètres, sa superficie de 4 hectares et demi, et le sommet est à 2683 mètres au-dessus de la mer. Sur ce cône, couvert de neige huit mois de l'année, j'ai recueilli pendant plusieurs séjours en 1841, 1842, 1844 et 1846, avec mon ami Auguste Bravais, 132 espèces phanérogames dont voici la liste, revue et corrigée par mon regrettable ami Jean Gay, auquel la Botanique alpine a dû tant de lumières :

VÉGÉTAUX PHANÉROGAMES DU SOMMET DU FAULHORN.

Nota. Les plantes munies d'une astérisque se retrouvent en Laponie. — Les espèces imprimées en italiques existent également au sommet du Pic du Midi de Bigorre, dans les Pyrénées.

RANUNCULACEÆ. Ranunculus montanus Wild., * R. glacialis L., R. alpestris L.; Aconitum napellus L.

CRUCIFERÆ. * Arabis alpina L., A. Gerardi Besser; * Cardamine bellidifolia Gaud.; Draba fladnizensis Wulf., D. frigida Suter, *D. aizoides* L.; *Thlaspi rotundifolium* Gaud.; * Capsella bursa-pastoris DC.; *Lepidium alpinum* L.

VIOLARIEÆ. Viola calcarata L.

CISTINEÆ. Helianthemum alpestre DC.

CARYOPHYLLEÆ. Silene inflata, Sm., * *S. acaulis* L.; Mœhringia polygonoides Mert. et Koch.; *Alsine verna* Bartl.; Spergula saginoides L.; Arenaria biflora L., A. ciliata L.; * Stellaria media Sm., *S. cerastoides* L.; Cerastium arvense L., * *C. latifolium L.*; *Cherleria sedoides* L.

PAPILIONACEÆ. Trifolium pratense L., T. badium L., T. cæspitosum Reyn.; * Astragalus alpinus L.; * Oxytropis laponica Gay, * *O. campestris* DC.; * Hedysarum obscurum L.

ROSACEÆ. * *Sibbaldia procumbens* L.; X. Dryas octopetala L.; Geum reptans L., G. montanum L.; Potentilla glacialis Hall., P. salisburgensis Hæncke, P. grandiflora L., P. aurea L.; * *Alchemilla vulgaris* L., * A. alpina L., A. pentaphylla L., A. fissa Schum.

ONAGRARIEÆ. * Epilobium alpinum L.

CRASSULACEÆ. *Sedum repens* Schl., *Sedum atratum* L.

SAXIFRAGEÆ. * Saxifraga stellaris L., *S. aizoides* L., *S. bryoides* L., S. muscoides Wulf, S. planifolia Lapeyr., S. aizoon Jacq., * *S. oppositifolia* L., S. androsacea L., S. Seguierii Spr.

UMBELLIFERÆ. Gaya simplex Gaud.; Ligusticum mutellina Cr.; * Carum cavi L.

RUBIACEÆ. Galium helveticum Weig., G. sylvestre, var. alpestre Koch.

DIPSACEÆ. Scabiosa lucida Vill.

SYNANTHEREÆ. Tussilago alpina L.; * *Erigeron uniflorus* L., * *E. alpinus* L.; Aster alpinus L.; *Arnica scorpioides* L.; *Artemisia spicata* L.; * Chrysanthemum leucanthemum L.; *Pyrethrum alpinum* Wild; Achillæa atrata L.; * *Omolotheca supina* V. sub acaulis DC.; Cirsium spinosissimum Scop.; Leontodon aureum L., L. hispidus L.; * Taraxacum densleonis Desf.

CAMPANULACEÆ. Campanula linifolia Lam., C. pusilla Hæncke; *Phyteuma hemisphericum* L.

PRIMULACEÆ. * Primula farinosa L.; Androsace helvetica Gaud., A. alpina Gaud., A. pennina Gaud., A. obtusifolia All., A. chamæjasme Wild; Soldanella alpina L.

GENTIANEÆ. *Gentiana acaulis* L., G. bavarica L., *G. verna* L., G. campestris L., * G. nivalis L., G. glacialis A. Thom.

BORAGINEÆ. *Myosotis sylvatica V. alpestris* Koch.

SCROFULARIACEÆ. *Linaria alpina* DC.; Veronica aphylla L., * *V. saxatilis* Jacq., V. bellidioides L., * V. alpina L., * V. serpyllifolia L.; * Bartsia alpina L.; Euphrasia minima Jacq.; Pedicularis versicolor Wbg., P. verticillata L.

LABIATÆ. *Thymus serpyllum* L.

PLANTAGINEÆ. Plantago montana Lam., *P. alpina* L.

CHENOPODEÆ. Blitum bonus-henricus C. A. M.

POLYGONEÆ. * *Polygonum viviparum* L.; * *Oxyria digyna* Cambd.

SALICINEÆ. * Salix herbacea L., *S. retusa* L.

LILIACEÆ. Lloydia serotina Salisb. (Phalangium serotinum Lam).

JUNCEÆ. Juncus Jacquini L.; Luzula spadicea DC., * L. spicata DC.; Elyna subspicata Schr.

CYPERACEÆ. Carex fœtida All., *C. curvula* All., *C. nigra* All., C. sempervirens Vill.

GRAMINEÆ. * Phleum alpinum L.; Sesleria cœrulea L.; * Agrostis rupestris All., *A. alpina* Willd.; Avena versicolor Vill.; * *Tricitum subspicatum* Paliss.; * Poa annua, L., * P. alpina, var. vivipara *P. alpina*, II, brevifolia Gaud., * Poa laxa Hæncke; *Festuca violacea* Gaud., F. pumila Vill., F. Halleri Vill.

Parmi ces plantes, j'en trouve huit qui font partie de la flore du Spitzberg, savoir: *Ranunculus glacialis*, *Cardamine bellidifolia*, *Silene acaulis*, *Arenaria biflora*, *Dryas octopetala*, *Erigeron uniflorus*, *Saxifraga oppositifolia* et *Polygonum viviparum*, et 40 marquées d'une astérisque que j'ai vues également en Laponie. Aucune de ces plantes n'appartient à la flore arctique proprement dite, mais toutes font partie de la flore scandinave. Le petit nombre de plantes du Spitzberg sur le Faulhorn s'explique par deux circonstances. Quoique la moyenne annuelle soit de — 2°, 3, l'été est chaud relativement à celui du Spitzberg : on peut estimer sa moyenne à 3°,3, et vers le milieu du jour le thermomètre oscille souvent autour de 10°. Le sol, en outre, s'échauffe considérablement, comme sur toutes les hautes montagnes[1], tandis qu'au Spitzberg il est toujours froid, humide et gelé à quelques décimètres de profondeur. Le sol du Faulhorn est donc trop chaud pour les plantes du Spitzberg, et il n'est pas assez humide. Le cône terminal formé de calcaire noir désa-

[1] Voir mes observations correspondantes entre Bagnères-de-Bigorre et le Pic du Midi. (*Comptes-rendus de l'Académie des sciences de Paris*, séance du 17 octobre 1864.)

grégé tourné vers le midi et à forte pente, est sec et aride lorsque les neiges ont disparu ; tandis que le sol du Spitzberg est toujours humide et même spongieux, dans toutes les parties où la végétation se développe. Les autres plantes qui ornent le cône terminal du Faulhorn sont des plantes du nord de de l'Europe, des espèces alpines ou celles qui, de la plaine suisse ou de la région inférieure des montagnes, se sont élevées jusqu'au sommet.

Étudions maintenant la Flore d'une autre localité bien circonscrite, mais qui se trouve dans des conditions fort différentes de celles du sommet du Faulhorn : c'est le Jardin de la mer de glace de Chamounix. Je ne connais pas dans les Alpes de localité qui rappelle mieux le Spitzberg que le grand cirque de névé, appendice de la mer de glace au milieu duquel se trouve la pelouse connue sous le nom de *Courtil* ou *Jardin*. L'aiguille du Moine et l'aiguille Verte, la Tour des Courtes, les aiguilles de Triolet et de Léchaud, le dominent de tous côtés; le puissant glacier de Talèfre en remplit le fond. Si par l'imagination le voyageur, placé au Jardin, suppose que la mer baigne le pied de l'amphithéâtre dont il occupe le centre, il peut se dire qu'il a une idée des aspects du Spitzberg. L'îlot dépourvu de neige sur lequel il se trouve est une analogie de plus, et la comparaison de la végétation de cet îlot avec celle du Spitzberg, une des plus légitimes et des plus intéressantes qui puissent être faites. Pictet et J.-D. Forbes ont trouvé que le Jardin était à 2756 mètres au-dessus de la mer; sa longueur est de 800 mètres, sa largeur de 300 environ, sa distance aux rochers les plus voisins où croissent quelques plantes, de 800 mètres au moins. Le Jardin est un groupe de roches de protogine polis et striés faisant saillie entre les deux affluents qui forment le glacier de Talèfre : le premier et le plus grand, descend de la portion du cirque comprise entre la Tour des Courtes et les aiguilles de Triolet et de Léchaud; le second, plus petit, provenant de l'aiguille Verte et de celle du Moine. Deux moraines flanquent ces rochers : celle de gauche est la plus puissante; une source jaillit au milieu de la pelouse et forme un petit ruisseau. Les détritus de la moraine se sont peu à peu couverts de plantes et convertis en un tapis de verdure dont la couleur contraste singulièrement avec les blancs névés qui l'entourent. Mon ami, M. Alph. de Candolle, a réuni dans un herbier spécial les plantes provenant de cette localité, et recueillies par différents voyageurs qui l'ont visité aux époques suivantes, que je range par

ordre de date mensuelle : J'ai herborisé au Jardin le 24 juillet 1846; M. Percy (d'Édimbourg), le 26 juillet 1836 ; M[lle] d'Angeville, le 3 août 1838; M. H. Metert (de Genève), le 8 août 1837 ; M. Alph. de Candolle, le 12 août 1838; enfin M. Venance Payot, naturaliste à Chamounix, y est allé plusieurs fois et a publié, en 1838, un catalogue de ces plantes. Je les ai vues presque toutes dans l'herbier de M. de Candolle, à Genève, et j'ai vérifié leur nom et leur synonymie en octobre 1854, avec M. Muller, conservateur de l'herbier. On peut considérer cette Florule comme aussi complète que celle du Faulhorn, et je la donne ici en ajoutant que les espèces marquées d'une astérisque se retrouvent également dans la Laponie septentrionale, et celles imprimées en italiques au Faulhorn.

Végétaux phanérogames du jardin de la mer de glace de Chamounix.

Nota. Les espèces munies d'une astérisque se retrouvent en Laponie ; — celles imprimées en italiques, sur le sommet du Faulhorn.

Ranunculaceæ. **Ranunculus glacialis* L., **R. montanus* Willd., R. Villarsii DC.

Cruciferæ. *Draba frigida* Gaud.; **Cardamine bellidifolia* L., C. resedifolia L.; Sisymbrium pinnatifidum DC.

Caryophylleæ. Silene rupestris var. sub-acaulis L., **S. acaulis* L.; *Spergula saginoides* L.; Arenaria rubra L., A. serpyllifolia L., A. nivalis Godr., **A. biflora*, L.; *Cherleria sedoides* L.; *Stellaria cerastoides* L.; **Cerastium latifolium* L., *C. alpinum DC. var. lanatum ; **Spergula saginoides* L.

Papilionaceæ. Trifolium alpinum L.

Rosaceæ. **Sibbaldia procumbens* L.; *Geum montanum* L.; *Potentilla aurea* L., *P. glacialis* Hall., *P. grandiflora* L.; *Alchemilla pentaphylla* L.

Onagrarieæ. **Epilobium alpinum* L.

Crassulaceæ. *Sedum atratum* L., *S. repens* Schl., *S. annuum L.; Sempervivum montanum L., S. arachnoideum L.

Saxifrageæ. **Saxifraga stellaris* L., S. aspera L., *S. bryoides* L.

Umbelliferæ. Meum mutellina Gaertn.; *Gaya simplex* Gaud.; Buplevrum stellatum L.

Synanthereæ. Cacalia alpina Jacq., C. leucophylla Willd.; *Tussilago alpina* L.; **Erigeron uniflorus* L., **E. alpinus* L.; *Pyrethrum alpinum* Willd.; **Omolotheca supina* Cass.; *Gnaphalium dioicum L., *G. alpinum Willd.; Arnica montana L.; Senecio incanus L.; *Cirsium spinosissimum* Scop.; Leontodon squammosum Lam., *L. aureum* L.; Taraxacum lævigatum DC.; *Hieracium alpinum L., H. angustifolium Hoppe., H. glanduliferum Hoppe., H. Halleri Vill.

CAMPANULACEÆ. *Phyteuma hemisphericum* L.; Campanula barbata L.

PRIMULACEÆ. Primula viscosa Vill.

GENTIANEÆ. Gentiana purpurea L., G. acaulis L., G. excisa Presl.

SCROFULARIACEÆ. *Linaria alpina* DC.; **Veronica alpina* L., *V. bellidioides* L.; *Euphrasia minima* Jacq.

PLANTAGINEÆ. Plantago alpina L.

SALICINEÆ. **Salix herbacea* L.

JUNCEÆ. *Juncus Jacquini* L., *J. trifidus L.; Luzula lutea DC., *L. spadicea* DC., **L. spicata* DC.

CYPERACEÆ. *Carex curvula* All., *C. fœtida* Vill., *C. sempervirens* Vill., C. ferruginea Scop.

GRAMINEÆ. **Phleum alpinum* L.; Anthoxanthum odoratum L.; **Agrostis rupestris* All., *A. alpina* Scop.; *Avena versicolor* Vill.; *Poa laxa* Haencke, P. laxa var flavescens Koch, **P. alpina* L., *P. alpina var. vivipara* L.; *Festuca Halleri* All.

Il existe donc 87 végétaux phanérogames au Jardin : il faut y ajouter 16 mousses, 2 hépatiques et 23 lichens, ce qui porte à 128 le nombre total des plantes qui croissent dans cet îlot de terre végétale entouré de glaces éternelles.

Sur les 87 phanérogames, il y en a 50 imprimés en italiques, c'est-à-dire plus de la moitié qui croissent également sur le Faulhorn. Or, celui-ci étant un sommet isolé en face des Alpes bernoises, l'autre un îlot de végétation dans un cirque faisant partie du Mont-Blanc, et par conséquent dans des conditions physiques bien différentes, nous pouvons en conclure que ces deux Florules représentent bien la végétation alpine à sa dernière limite au-dessous de ce que l'on appelle communément les neiges éternelles. Parmi ces 87 espèces, je n'en trouve que 5 qui fassent partie de la Flore du Spitzberg ; ce sont : *Ranunculus glacialis*, *Cardamine bellidifolia* ; *Cerastium alpinum*, *Arenaria biflora* et *Erigeron uniflorus*, la même proportion environ qu'au Faulhorn ; mais il y en a 24 qui se trouvent en Laponie. En résumé, le sommet du Faulhorn et le Jardin ont 50 plantes communes. La proportion des plantes laponnes est de trente pour cent au Faulhorn, et au Jardin de vingt-huit, du tiers environ dans les deux localités ; mais sur le sommet du Faulhorn et au Jardin, celles du Spitzberg ne forment que cinq pour cent du nombre total. Répétons encore qu'aucune de ces plantes n'appartient à la Flore arctique ou circumpolaire. La Flore subnivale des

Alpes correspond donc à celle de la Laponie septentrionale, des environs de l'Altenfiord, par exemple[1], et pour trouver une végétation analogue à celle du Spitzberg, il faut nous élever plus haut dans les Alpes au-dessus de la limite des neiges éternelles.

Au haut des glaciers du revers septentrional du Mont-Blanc se trouve une petite chaîne de rochers isolés, formant une île au milieu de la mer de glace qui les environne. Ils séparent l'un de l'autre, à leur partie supérieure, les glaciers des Bossons et de Taconnay, et sont éloignés de 800 mètres de la montagne de la Côte, et de deux kilomètres de la pierre de l'Échelle, les points les plus rapprochés où il y ait de la végétation. Leur direction est du nord-nord-est au sud-sud-ouest. Le point le plus déclive se trouve à 3050 mètres au-dessus de la mer; le plus élevé, appelé par de Saussure *Rocher de l'heureux Retour*, est à 3470 mètres d'altitude. Ces rochers sont formés de feuillets verticaux de protogine schisteuse entre lesquels les plantes trouvent un abri et un sol formé par la décomposition de la roche. Les ascensions au Mont-Blanc de MM. Marckam Shervill, le 27 août 1825, Auldjo, le 8 août 1827, et Martin-Barry, le 17 septembre 1834, avaient porté à huit le nombre total des phanérogames de cet îlot glaciaire. Je le visitai trois fois, le 31 juillet, le 2 septembre 1844 et le 28 juillet 1846, et j'explorai principalement, non sans péril, l'escarpement tourné vers le sud-est qui domine le chaos de *seracs* du glacier des Bossons. J'y récoltai 19 plantes phanérogames. M. Venance Payot, naturaliste à Chamounix, escalada de nouveau ces rochers le 30 août 1861, et y trouva 5 espèces que je n'y avais pas remarquées. Je donne ici la liste de ces 24 plantes, dont cinq, imprimées en italiques, appartiennent aussi à la Flore du Spitzberg. Aux Grands-Mulets, la proportion des espèces du Spitzberg est, comme on le voit, de vingt et un pour cent, et, sauf l'*Agrostis rupestris*, il n'y a point de plante laponne. Cette Florule se compose donc exclusivement d'espèces très-alpines mêlées à un cinquième de plantes du Spitzberg. Les Grands-Mulets sont une des stations les plus élevées d'un rongeur, le Campagnol des neiges (*Arvicola nivalis*, Mart.), qui se nourrit spécialement des plantes dont nous donnons la liste.

[1] Voy. mon Voyage botanique le long des côtes septentrionales de la Norvège, et Anderson: *Conspectus vegetationis Lapponicæ.* — 1846.

M. Payot a, en outre, recueilli aux Grands-Mulets 26 mousses, 2 hépatiques et 28 lichens, ce qui donne quatre-vingts espèces pour le nombre total des végétaux vasculaires et cellulaires de ces rochers dépourvus en apparence de toute végétation.

Végétaux phanérogames des Grands-Mulets.

Draba fladnidensis Wulf., D. frigida Gaud.; *Cardamine bellidifolia* L., C. resedifolia Saut.; *Silene acaulis* L.; Potentilla frigida Vill.; Phyteuma hemisphericum L.; Pyrethrum alpinum Willd.; *Erigeron uniflorus* L.; Saxifraga bryoides L., S. groenlandica L., S. muscoides Aut., *S. oppositifolia* L.; Androsace helvetica Gaud., A. pubescens DC.; Gentiana verna L.

Luzula spicata DC.; Festuca Halleri Vill.; Poa laxa Haencke, P. cæsia Sm., P. alpina var. vivipara L.; *Trisetum subspicatum* Pall. Beauv.; * Agrostis rupestris All.; Carex nigra All.

Voyons si là loi se confirme dans le groupe du Mont-Rose.

Pendant un séjour de quatorze jours, du 13 au 27 septembre 1851, à la cabane de Vincent, sur le versant méridional du Mont-Rose, et à une élévation de 3158 mètres au-dessus de la mer, MM. A. et H. Schlagintweit ont recueilli autour de cette station, sur le gneiss, quarante-sept plantes phanérogames, dont dix font partie de la Flore du Spitzberg; elles sont imprimées en italiques dans la liste ci-jointe.

Végétaux phanérogames des environs de la cabane de Vincent sur le Mont-Rose.

I. *Ranunculus glacialis* L.; Hutschinsia petræa R. Br.; Thlaspi cepæfolium Koch, T. corymbosum Gaud., T. rotundifolium Gaud.; *Cardamine bellidifolia* L.; *Silene acaulis* L.; * Cerastium latifolium L,; Cherleria sedoides L.; Potentilla alpestris Hall.; *Saxifraga aizoides*, S. bryoides, S. biflora All., S. exarata Vill., S. muscoides, *S. oppositifolia*, S. retusa Gouan, S. stellaris L.; Achillæa hybrida Gaud.; Artemisia mutellina Vill., A. spicata Wulf.; Aster alpinus; Chrysanthemum alpinum, *Erigeron uniflorus*, Phyteuma pauciflorum L.; Myosotis nana; Linaria alpina; Veronica alpina; Gentiana verna, G. imbricata Froehl.; Androsace glacialis Hoppe; Primula Dyniana Lgasca; *Oxyria digyna;* * Salix herbacea, *S. reticulata*.

* Agrostis rupestris, All.; *Trisetum subspicatum* Pal. Beauv.; Festuca Halleri, All., *F. ovina*, Poa alpina, P. laxa Haencke, P. minor Gaud.; Kœleria hirsuta, Gaud; Elyna spicata, Schrad.; * Luzula spicata DC.; Carex nigra All.

La proportion des plantes du Spitzberg est également d'un cinquième comme aux Grands-Mulets, et *Cerastium latifolium*, *Salix herbacea*, *Luzula spicata* et *Agrostis rupestris*, sont les seules plantes laponnes étrangères au Spitzberg. Les trente-trois autres espèces sont exclusivement alpines.

Au point culminant du col Saint-Théodule, qui mène de la vallée de Zermatt, en Valais, dans le val Tornanche, en Piémont, se trouve encore un îlot dépourvu de neige, mais entouré de tous côtés d'immenses glaciers. C'est là que de Saussure séjourna en 1789.

Ce point est situé à 3350 mètres au-dessus de la mer. Je le visitai avec MM. Q. Sella et B. Gastaldi, le 17 septembre 1852, et j'y recueillis sur les schistes serpentineux les plantes suivantes, dont M. Reuter a bien voulu vérifier les déterminations.

VÉGÉTAUX PHANÉROGAMES DU POINT CULMINANT DU COL SAINT-THÉODULE.

Ranunculus glacialis L.; Thlaspi rotundifolium Gaud.; Draba pyrenaica L., D. tomentosa Wahl.; Geum reptans L.; Saxifraga planifolia Lap., S. muscoides Wulf., *S. oppositifolia* L.; Pyrethrum alpinum Willd.; *Erigeron uniflorus* L.; Artemisia spicata L.; Androsace pennina Gaud.; Poa laxa Haencke.

Cette liste est loin d'être complète, et cependant sur treize plantes il y en a trois, imprimées en italiques, qui se retrouvent au Spitzberg. Je désirerais vivement que quelque jeune botaniste, suisse ou italien, prît à tâche de faire la Florule de cette intéressante localité. Cela serait d'autant plus facile qu'il y existe depuis dix ans un petit hôtel dans lequel M. Dollfus-Ausset a séjourné en 1864, du 22 août au 3 septembre : la température la plus élevée qu'il ait notée à l'ombre a été de 6°,2, et la plus basse — 16°,0. On voit que le climat est d'une rigueur qui ne le cède en rien à celui du Spitzberg, et il est très-probable que des herborisations attentives, faites dans les mois de juillet, d'août et de septembre, fourniraient une notable proportion d'espèces indigènes du Spitzberg et de la Laponie septentrionale.

La végétation du Spitzberg et de la Laponie comparée à celle des Pyrénées.

Ce travail ne serait pas achevé si nous ne jetions pas un coup d'œil sur les Pyrénées, pour savoir si la Flore arctique y a laissé quelques représentants depuis le retrait des glaciers qui, dans cette chaîne comme dans les autres, descendaient jusque dans les plaines de la France et de l'Espagne.

La végétation des Pyrénées ressemble beaucoup à celle des Alpes. M. Zetterstedt[1] compte en tout 68 plantes *alpines* communes aux Pyrénées, aux Alpes et aux montagnes de la Scandinavie, et une seule, le *Menziezia (Phyllodoce) cœrulœa*, qui ne se trouve qu'en Scandinavie et dans les Pyrénées.

Ramond, après trente-cinq ascensions faites au pic du Midi de Bagnères, en quinze années, et comprises entre le 20 juillet et le 7 octobre, s'est appliqué à recueillir toutes les plantes du cône terminal dont la hauteur est de 16 mètres, le sommet à 2877 mètres au-dessus de la mer, et la superficie de quelques ares seulement : il y a observé 71 plantes phanérogames. La liste est bien complète, car les recherches ultérieures des botanistes ne l'ont point accrue. M. Charles Desmoulins, qui fit l'ascension le 17 octobre 1840, ne cite que le *Stellaria cerastoides* qui avait échappé aux yeux perçants de Ramond. Je donne ici la liste de ces plantes, extraites du Mémoire, devenu fort rare, de Ramond, en conservant les noms de l'auteur[2], auxquels j'ai ajouté seulement quelques synonymes pour mettre cette liste en rapport avec les précédentes.

Végétaux phanérogames du sommet du Pic du Midi de Bigorre.

Nota. Les plantes imprimées en italiques se retrouvent au Jardin de la Mer de Glace de Chamounix ; celles marquées d'une astérisque existent également en Laponie.

Papaveraceæ. Papaver pyrenaicum DC.

Cruciferæ. Draba aizoides Willd., D. nivalis Willd., D. pyrenaica Willd. (Petrocallis pyrenaica DC.); Lepidium alpinum (Hutschinsia alpina DC.) ; Iberis spathulata (Thlaspi rotundifolium Gaud.); Sisymbrium pinnatifidum DC.

---

[1] Plantes vasculaires des Pyrénées principales, 1857.

[2] État de la végétation au sommet du pic du Midi. (*Mémoires de l'Académie des sciences de Paris*, tom. VI. pag. 81 ; 1827.)

CARYOPHYLLEÆ. *Silene acaulis L.; *Lychnis alpina Willd.; Arenaria ciliata Willd., A. verna Willd. (Alsine verna Bartl.); Cherleria sedoides Willd. *Stellaria cerastoides* L.; Cerastium squalidum Ram. (*Cerastium latifolium* L.).

PAPILIONACEÆ. Lotus alpinus Schl.; Anthyllis vulneraria DC.; Astragalus campestris Willd. (Oxytropis campestris DC.), A. montanus Willd. (Oxytropis montana DC.).

ROSACEÆ. *Sibbaldia procumbens* L.; Potentilla nivalis Lapeyr., P. filiformis DC.; Alchemilla hybrida L. (*A. vulgaris Willd.).

CRASSULACEÆ. Sempervivum montanum Willd., S. arachnoideum Willd.; Sedum repens Schleich., S. *atratum* Willd.

SAXIFRAGEÆ. Saxifraga groenlandica DC. (S. cæspitosa β Retz), S. petræa Willd.; *S. oppositifolia L., S. bryoides Willd.

RUBIACEÆ. Galium cæspitosum Ram., G. pyrenaicum Gouan.

SYNANTHEREÆ. Bellis perennis Wild.; **Erigeron uniflorus* L., *E. *alpinus* Willd., *Pyrethrum alpinum* Willd.; Chrysanthemum montanum Willd. (C. leucanthemum DC.); *Gnaphalium norvegicum Retz. (G. sylvaticum Sm.), G. supinum Willd. (**Omolotheca supina* Cass.); Arnica scorpioides DC.; Artemisia spicata Willd. Leontodon lævigatus Willd. (*Taraxacum lævigatum* DC.; Hieracium prunellæfolium Gouan); Apargia alpina Willd. (*Leontodon squammosum* Lam., L. pyrenaicum Gouan).

CAMPANULACEÆ. *Phyteuma hemisphericum* Willd.

PRIMULACEÆ. Primula integrifolia Willd; Androsace ciliata DC.; A villosa Willd., A. carnea β Halleri Willd.

GENTIANEÆ. Gentiana verna var. α. Froecl., G. alpina, Willd. (*G. acaulis* γ, DC.).

BORAGINEÆ. Myosotis pyrenaica, Pourr. (M. alpestris, Schm. M. perennis γ, DC.).

SCROPHULARIACEÆ. *Linaria alpina*, DC.; Veronica numullaria Gouan, *V. saxatilis, Willd.; Pedicularis rostrata Willd.

LABIATÆ. Thymus serpyllum L.

PLANTAGINEÆ. Plantago alpina L.

PLUMBAGINEÆ. Statice armeria L. (Armeria alpina Willd.).

POLYGONEÆ. Rumex digynus Willd. (*Oxyria digyna Cambd.)

SALICINEÆ. *Salix retusa Willd.

CYPERACEÆ. *Carex curvula* All., C. ovalis Good., C. nigra All.

GRAMINEÆ. Agrostis alpina Willd.; Avena sempervirens Willd. (A. striata Lam.); *Poa cenisia All. X. *P. alpina* Willd.; Festuca eskia Ram., F. violacea Gaud.; Aira subspicata L. (*Trisetum subspicatum P. Beauv.)

Sur ces soixante et douze plantes, végétant entre 2860 et 2877 mètres, il y en a trente-cinq qui existent également sur le Faulhorn[1]; quinze, imprimées en italiques, qui se retrouvent au Jardin de la mer de Glace de

[1] Ce sont les espèces imprimées en italiques dans la liste des plantes du Faulhorn, p. 158.

Chamounix. J'en compte treize qui existent simultanément dans les *trois* localités; ce sont : *Stellaria cerastoides*, *Cerastium latifolium*, *Sibbaldia procumbens*, *Erigeron uniflorus*, *E. alpinus*, *Omolotheca supina*, *Poa alpina*, *Phyteuma hemisphericum*, *Gentiana acaulis*, *Linaria alpina*, *Plantago alpina*, *Carex curvula*, *Agrostis alpina*. De ces treize plantes, les sept premières existent également dans le Nord, nouvelle preuve de l'origine commune des espèces alpines et pyrénéennes les plus répandues. Les six dernières sont des végétaux essentiellement alpins. Quatorze espèces laponnes, distinguées par une astérisque, font partie de la Florule du Pic du Midi; c'est une proportion de vingt pour cent, moindre par conséquent que pour le Faulhorn et le Jardin de la mer de Glace. Mais sur ces treize espèces, quatre vivent aussi sur les côtes Spitzberg; ce sont : *Oxyria digyna*, *Erigeron uniflorus*, *Silene acaulis* et *Saxifraga oppositifolia*, et trois autres *Poa cenisia*, *Draba nivalis* et *Arenaria ciliata* manquent en Laponie, mais se trouvent à la fois sur le pic du Midi par 43 degrés de latitude au-dessus de 2860 mètres, et au Spitzberg sous le soixante-dix-huitième degré au bord de la mer. Relativement au nombre total des espèces, la Flore du pic du Midi est plus riche en plantes arctiques que celles du Faulhorn et du Jardin, car leur proportion est de dix pour cent au lieu de cinq, comme sur le sommet alpin et dans l'îlot glaciaire. Faut-il attribuer ces différences à la plus grande élévation du pic ou à d'autres circonstances liées à la distribution originaire des végétaux? c'est ce que personne ne saurait dire dans l'état actuel de nos connaissances; mais cette ressemblance dans la végétation de trois points si éloignés les uns des autres, prouve une communauté d'origine, et par conséquent un fonds commun de végétation qui a été modifié ensuite par des circonstances dépendantes du climat, de la position géographique, du mélange avec des plantes de pays voisins ou même des espèces dérivées de celles des dernières Flores géologiques dont nous retrouvons les restes dans les terrains les plus récents.

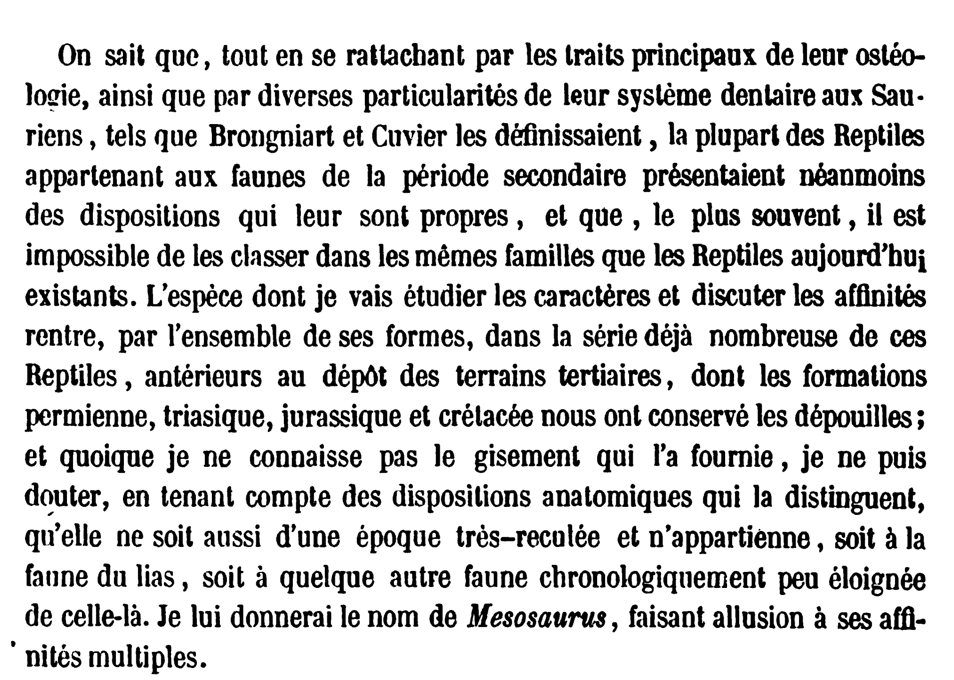
DESCRIPTION

DU

MESOSAURUS TENUIDENS

Reptile fossile de l'Afrique australe;

Par M. Paul GERVAIS.



On sait que, tout en se rattachant par les traits principaux de leur ostéologie, ainsi que par diverses particularités de leur système dentaire aux Sauriens, tels que Brongniart et Cuvier les définissaient, la plupart des Reptiles appartenant aux faunes de la période secondaire présentaient néanmoins des dispositions qui leur sont propres, et que, le plus souvent, il est impossible de les classer dans les mêmes familles que les Reptiles aujourd'hui existants. L'espèce dont je vais étudier les caractères et discuter les affinités rentre, par l'ensemble de ses formes, dans la série déjà nombreuse de ces Reptiles, antérieurs au dépôt des terrains tertiaires, dont les formations permienne, triasique, jurassique et crétacée nous ont conservé les dépouilles; et quoique je ne connaisse pas le gisement qui l'a fournie, je ne puis douter, en tenant compte des dispositions anatomiques qui la distinguent, qu'elle ne soit aussi d'une époque très-reculée et n'appartienne, soit à la faune du lias, soit à quelque autre faune chronologiquement peu éloignée de celle-là. Je lui donnerai le nom de *Mesosaurus*, faisant allusion à ses affinités multiples.

On verra en effet, par les indications qui vont suivre, que le Mésosaure tenait à la fois des espèces terrestres par certains points de sa conformation

ostéologique, et, par d'autres, de celles qui ont habité les eaux de la mer d'une manière exclusive, comme les Simosaures et les Plésiosaures.

Je n'ai encore observé du Mésosaure qu'une empreinte en creux, conservée à la surface d'une plaque d'ardoise longue de 0m,25 et large de 0m,10, ayant de l'analogie avec celles que fournissent les marnes du lias.

On distingue sur cette plaque, qui est la contre-empreinte de l'animal vu par sa face ventrale, le moulage en creux de la partie antérieure du squelette, savoir : la tête, le cou, les membres antérieurs et une portion considérable de la région thoraco-abdominale. Ces diverses parties ont conservé leurs rapports, et la plupart des détails en sont d'une netteté parfaite. Elles indiquent un Saurien dont la taille ne dépassait pas celle du Lézard ocellé, mais dont les formes devaient être fort différentes et qui avait des caractères tout autres. Il serait impossible de l'attribuer à l'un des genres déjà signalés parmi les Reptiles vivants ou même fossiles, et les diverses particularités qu'il présente montrent que c'était une forme plus semblable à celles des premiers temps de la période secondaire qu'à celles des époques plus récentes. C'est ce qu'il nous sera facile d'établir en passant en revue les caractères de ce fossile, dont les détails ostéologiques sont reproduits avec une entière fidélité par les modèles que l'on peut tirer en se servant de la plaque d'ardoise qui en a conservé l'empreinte

J'ai vu pour la première fois cette pièce intéressante dans les riches magasins de M. Édouard Verreaux, il y a de cela plus de vingt ans. Il venait de la recevoir de son frère Alexis, qui l'avait recueillie dans le pays des Griquas, peuple de famille hottentote, habitant au nord de la rivière Orange. Le gisement précis d'où elle a été extraite est resté ignoré, la pièce ayant été trouvée dans la hutte d'un Griquas, qui s'en servait pour couvrir sa marmite. M. Éd. Verreaux avait bien voulu me communiquer ce fossile dès qu'il lui fut expédié, et il m'avait engagé à en donner une description. Depuis lors, il l'a généreusement offert au Muséum d'Histoire naturelle de Paris, et, comme MM. de Blainville et Valenciennes l'ont successivement étudié avec soin, j'avais cessé de m'en occuper. J'ignore quelle opinion ces savants naturalistes s'en sont faite, mais j'ai pensé que, le résultat de leur examen n'ayant pas été publié, il y aurait utilité pour la science à signaler aux paléontologistes une pièce dont l'intérêt est réellement incontestable.

La tête du Reptile fossile recueilli au pays des Griquas est assez étroite et proportionnellement allongée ; elle s'élargit faiblement en arrière. Sa longueur totale est de 0m,066 ; sa largeur de 0m,008 dans la région antérieure et de 0m,020 à la hauteur de l'occiput. Ses diverses parties n'ont pas laissé une impression suffisamment nette dans l'ardoise, et le moulage ne permet pas de reconnaître les sutures de ses différents os, non plus que leur forme respective. Cela provient surtout de ce qu'il y a eu écrasement de l'animal et principalement de sa tête, lors du tassement des dépôts marneux qui l'ont conservé, et aussi de ce que le fossile est vu par dessous, ce qui n'en laisse apercevoir que les mâchoires et une portion de la surface palatine. On ne peut donc rien dire sur la position et la forme des narines. Je crois toutefois avoir constaté que le condyle occipital était unique, comme chez les autres animaux de la même classe, et je vois aussi que la mâchoire inférieure était composée de plusieurs os pour chaque côté, ce qui est également un caractère des Reptiles. La mâchoire elle-même rappelle jusqu'à un certain point par sa forme générale celle des Crocodiles et des Plésiosaures. Sa partie symphysaire est étendue et à peu près égale à la moitié de la longueur totale ; l'os angulaire fait saillie en arrière au-delà de l'insertion de l'os carré avec l'articulaire. Il ne m'est pas possible de constater si l'os carré était libre ou au contraire soudé au crâne.

Les mâchoires portaient des dents fines et pointues, dont l'empreinte s'est conservée et dont le moulage reproduit aussi la forme. Ces dents sont plus grêles que celles des autres Reptiles ; quelques-unes ont 9 millimètres de longueur. On en compte une quarantaine pour chaque côté ; mais ce nombre représente la totalité des dents pour les deux mâchoires supérieure et inférieure, et l'état du sujet ne permet pas d'établir d'une manière un peu certaine la formule dentaire. Il ne permet pas non plus de reconnaître si les dents étaient acrodontes ou thécodontes.

Le cou était plus allongé que chez la plupart des Sauriens, mais moins que chez les Lariosauriens et les Plésiosaures. On distingue nettement sept des vertèbres dont il était formé ; elles sont assez larges, subaplaties en avant, à carène inférieure peu saillante, et pourvues d'apophyses transverses de même longueur qu'elles et aplaties. La septième porte une côte rudimentaire, et l'on constate la présence d'un appendice analogue, mais déjà plus allongé,

réellement costiforme et à tête bifurquée, sur la vertèbre suivante dont le corps a été écrasé. La neuvième vertèbre, qui paraît être la dernière de la série cervicale, est également mutilée. Ces neuf vertèbres occupent une longueur totale de près de 0m,050.

Les vertèbres dorsales sont également mal conservées, et la plupart sont d'ailleurs couvertes de linéaments vermiformes, sans doute dus au travail des Annélides, qui en cachent les caractères. Cependant, on distingue assez bien les corps de trois ou quatre d'entre elles, et il est aisé de constater qu'elles n'étaient point raccourcies et discoïdes comme le sont celles des Ichthyosaures, mais un peu plus longues que larges et comparables à celles des Homéosauriens ainsi que des Crocodiliens de la période secondaire ; il semble bien que les surfaces articulaires de leurs corps étaient biplanes ou légèrement excavées, au lieu d'être tout à fait biconcaves, comme celles des Ichthyosaures et des Geckos, ou convexo-concaves, comme cela a lieu dans tous les Sauriens actuels, les Geckos exceptés.

Les côtes proprement dites sont fortes et leur épaisseur dépasse ce que l'on voit dans tous les autres Reptiles, soit vivants, soit anciens, sauf toutefois les Pachypleures. On en compte très-nettement dix de chaque côté, et à gauche on en aperçoit même en partie une onzième. Le nombre en était probablement plus considérable encore, et leur disposition devait être la même que dans les Pachypleures, chez lesquels il y en a jusque sur la vertèbre la plus rapprochée du bassin. L'épaisseur de ces côtes, comparée à la gracilité des mêmes os chez les autres Reptiles, est un fait qui mérite d'être particulièrement signalé. La différence est à peu près la même que celle que l'on constate, chez les Mammifères, pour les Sirénides, comparés aux autres animaux de la même classe. La partie sternale des côtes du Mésosaure n'a pas été conservée ; ce qui vient d'être dit ne s'applique par conséquent qu'à leur portion vertébrale.

La région scapulaire affecte également une disposition caractéristique. On n'y reconnaît que deux os, l'omoplate et le coracoïdien, l'un et l'autre assez grands, scutiformes et intimement soudés par leurs bords de contact. Il ne paraît pas y avoir eu de clavicule ou os furculaire, et, sous ce rapport, l'épaule du Mésosaure ressemblerait à celle des Crocodiles et des Plésiosaures, mais la forme des pièces qui la constituent était différente de ce que l'on

connait dans ces deux groupes. Le coracoïdien du Mésosaure n'offre rien de comparable aux digitations apophysaires que l'on voit sur la partie osseuse du même os dans la plupart des Sauriens actuels. On peut conclure de la disposition clypéiforme de cet os, ainsi que de celle, peu différente, de l'omoplate, que les habitudes du Mésosaure étaient aquatiques, et la forme de l'humérus confirme cette manière de voir.

Cet os ressemble à l'humérus des Plésiosaures et des Simosaures plus qu'à celui des autres Reptiles, mais il diffère de celui des Ichthyosaures en ce qu'il est déjà moins court que chez ces derniers. Comme dans les Plésiosaures, il est à peu près cylindrique dans sa moitié supérieure, puis il s'élargit et s'aplatit inférieurement; son articulation avec l'avant-bras est également dépourvue de poulie et de condyles distincts. En outre, il est percé inférieurement d'un trou analogue à celui que présente l'humérus de certains Mammifères et que l'on nomme le trou épicondylien ou du condyle interne.

Tout en étant aquatique, le Mésosaure devait l'être moins complètement que les Ichthyosaures et même que les Plésiosaures. C'est ce dont on peut juger par la conformation des os de son avant-bras et de ses mains, qui diffèrent de ce que l'on voit chez ces grands Reptiles cétacéiformes, pour se rapprocher de la disposition propre aux espèces terrestres.

Le radius et le cubitus, qui sont séparés l'un de l'autre dans toute leur étendue, comme chez les autres Reptiles, ont à peu près la même longueur que chez les espèces terrestres, tandis qu'ils sont courts chez les Ichthyosaures et même chez les Plésiosaures. Ils s'éloignent donc sensiblement de la disposition qui les caractérise dans les Enaliosauriens, si semblables sous ce rapport aux Cétacés. Il faut toutefois remarquer que, contrairement à ce qui a lieu pour les Sauriens réellement terrestres ou seulement à demi aquatiques, le cubitus manque ici de saillie olécrânienne.

La main offre aussi une grande analogie de composition avec celle des Reptiles terrestres. Ainsi, au lieu que les os des deux rangées du carpe, les métacarpiens et les phalanges, dans ce cas fort nombreuses, soient tous plus ou moins semblables entre eux et de forme discoïde, ce qui se voit chez les Reptiles dont les mœurs avaient de l'analogie avec celles des Cétacés, les pièces constituant chacune de ces régions conservent, dans le Mésosaure, leur forme propre, et le nombre des phalanges n'y est pas augmenté.

Le procarpe, c'est-à-dire la première des deux rangées carpiennes, consiste, comme dans la plupart des Sauriens, en deux os aplatis, l'un irrégulièrement elliptique, répondant au radial de Cuvier ; l'autre, moins grand et à peu près circulaire, qui est le cubital, appelé aussi pyramidal par quelques auteurs. Il n'existe pas de traces du pisiforme.

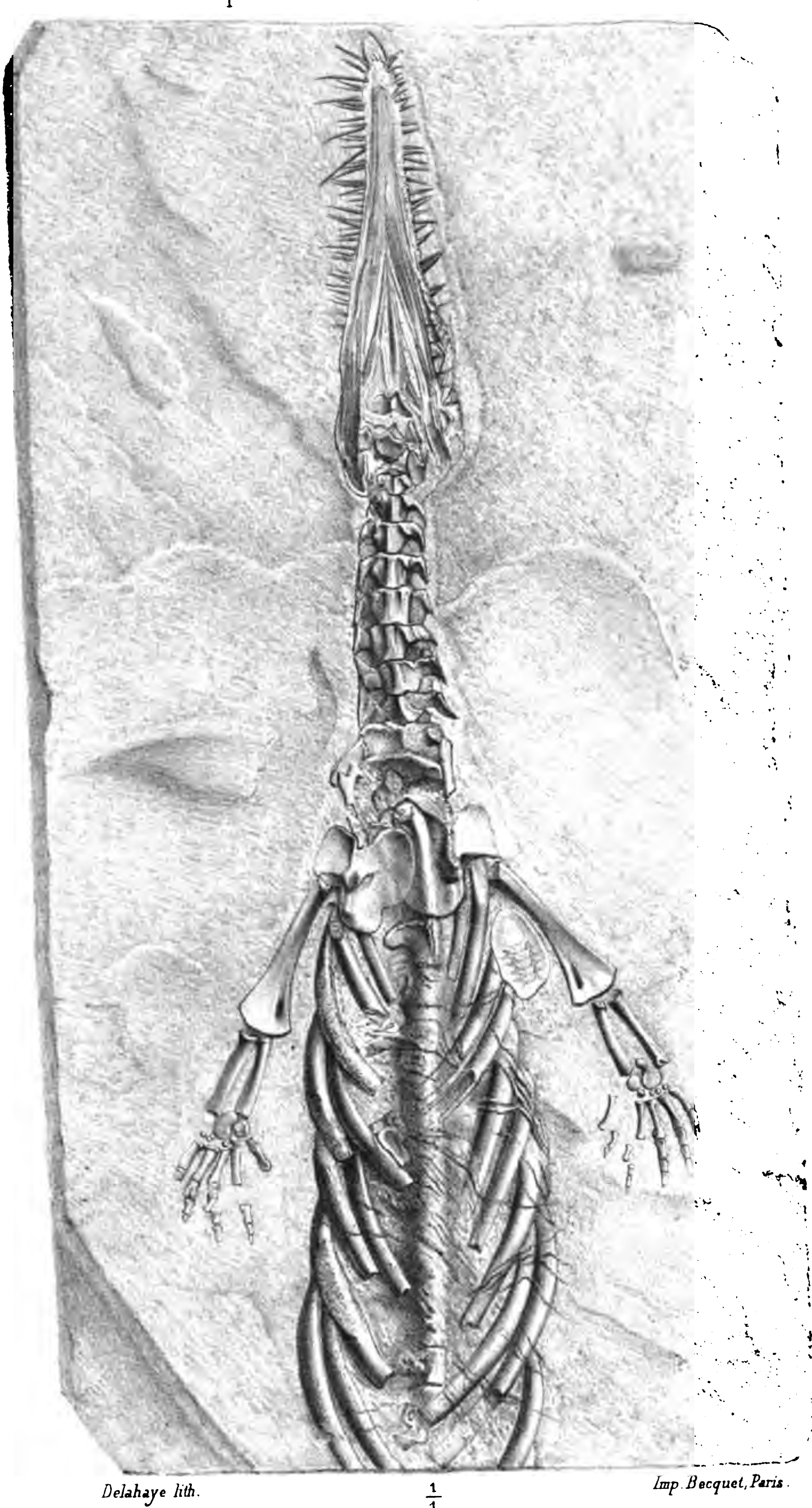
Le mésocarpe ou seconde rangée carpienne résulte de l'alignement de quatre petits os placés chacun auprès de l'extrémité carpienne de l'un des quatre premiers métacarpiens. Le cinquième métacarpien est le seul qui en manque.

Les métacarpiens du Mésosaure ont la longueur et la forme habituelles aux espèces terrestres.

Les phalanges, moins longues qu'eux, rappellent également par leur conformation celles des Sauriens ordinaires et des Crocodiliens. Je ne puis en dire le nombre avec exactitude, attendu qu'elles ont en partie quitté leurs rapports naturels ; mais le métacarpien du premier doigt répondant au pouce paraît en avoir porté deux ; ceux des second, troisième et quatrième doigts, chacun trois, et le cinquième deux. Si ces chiffres devaient être acceptés comme définitifs, le Mésosaure différerait à quelques égards sous ce rapport des autres animaux de la même classe. Sa main paraît aussi avoir été moins allongée.

Je termine ce qui a trait à la description de ce fossile, en rappelant que ses membres antérieurs, mesurés depuis l'extrémité scapulaire de l'humérus jusqu'à la pointe de la troisième phalange du doigt médian, ont $0^m,054$. L'humérus, pris séparément, a $0^m,025$ de longueur et $0^m,013$ de largeur à son extrémité radiale. L'avant-bras mesure $0^m,014$ et la main $0^m,016$, le procarpe compris.

Le Mésosaure ne se laisse assimiler par ses caractères à aucun des Reptiles qu'on a signalés jusqu'à ce jour ; mais pour quiconque a étudié cette classe dans ses représentants vivants et fossiles, il est évident que ceux dont il se rapproche le plus sont les Lariosauriens, comprenant les genres Lariosaure, Macromiosaure et Pachypleure, décrits par MM. Curioni et Cornalia. La forme de son épaule, l'épaisseur et la disposition de ses côtes, la conformation de ses membres antérieurs, ne laissent à cet égard aucun doute. Cependant le Mésosaure se distingue de ces animaux par des différences



Delahaye lith. $\frac{1}{1}$ *Imp. Becquet, Paris.*

MESOSAURUS TENUIDENS.

notables, telles que la forme de sa tête, la gracilité de ses dents et le moindre nombre de ses vertèbres cervicales ; il mérite donc d'être classé dans un genre à part. Les Lariosauriens jusqu'ici observés appartiennent au lias et ont été recueillis aux environs de Côme (Italie). Il est probable que le nouveau genre découvert dans le pays des Griquas, par M. Alexis Verreaux, est aussi de la même époque géologique.

PLANCHE VII.

Dessin du modèle en relief du *Mesosaurus tenuidens*, obtenu par le moulage de la plaque fossile recueillie dans le pays des Griquas ; de grandeur naturelle.

N. B. Entre l'humérus gauche et les côtes correspondantes est l'empreinte d'un corps ovalaire et scutiforme qui semble provenir de quelque crustacé rappelant les séroles et même les trilobites; mais il est difficile de reconnaître la véritable nature de cette empreinte, et je me borne à la signaler sans me prononcer à son égard.

APPLICATION DE LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE (TUBES DE GEISLER) A L'ÉCLAIRAGE SOUS L'EAU;

Par M. Paul GERVAIS.

On a employé, dans ces derniers temps, pour éclairer l'intérieur ou le fond des eaux, la lumière produite par l'électricité. Dans l'Océan, dans la Manche et sur la Méditerranée, des essais ont été commencés au moyen de récipients étanches, en verre, dans lesquels fonctionne un régulateur mettant en contact des charbons rendus incandescents par une pile dont les éléments restent placés sur le bâtiment à bord duquel se font les essais. La partie servant de lanterne est seule descendue sous l'eau.

Dans quelques cas, ces essais ont réussi et l'on a pu employer la lumière ainsi produite, soit à l'éclairage de travaux sous-marins, soit à la pêche, que ce procédé paraît rendre plus productive, la lumière attirant le poisson.

Toutefois, l'usage de pareils instruments est coûteux, et la manipulation en est difficile; d'autre part, la lumière qui en résulte est dans certains cas trop vive, et, en outre, l'équipage se trouve exposé à des accidents fâcheux, ce qui a particulièrement lieu lorsque les mouvements du navire font déverser sur le pont les liquides de la pile.

D'ailleurs, il est des circonstances où une lumière moins éclatante suffirait et serait même préférable. Ce serait donc arriver à un résultat utile que de construire un appareil capable de fonctionner sous l'eau et disposé de telle manière que son immersion totale

n'arrêtât pas sa marche. Suspendu à une amarre et rendu suffisamment léger, il pourrait au besoin être emporté par le plongeur dans les profondeurs où ce dernier voudrait s'en servir, ou bien encore être abandonné sous une bouée dans les endroits où l'on aurait calé des filets, et servir ainsi à y appeler le poisson.

J'ai pensé qu'on arriverait à ce résultat au moyen des *tubes de Geisler*, en ayant soin de les mettre en rapport avec un récipient étanche, renfermant les éléments d'une pile et une bobine destinés à produire le courant électrique à l'aide duquel on rend ces tubes lumineux. Pour obtenir la construction de cet appareil, je me suis adressé à M. Ruhmkorff, qui s'est acquitté de ce soin avec son habileté et sa complaisance habituelles.

Notre récipient est une sorte de caisse ou marmite en bronze, montée sur quatre petits pieds, et dont le couvercle est hermétiquement appliqué au moyen de vis de pression serrant entre les deux surfaces ainsi mises au contact une rondelle annulaire en caoutchouc. Au couvercle est attaché un anneau servant à la suspension de tout l'appareil. La caisse étanche renferme deux éléments au bichromate de potasse, fermés à leur tour par des plaques que maintiennent des lames de cuivre solidement vissées. Les pôles du courant fourni par les deux éléments peuvent être, à volonté, mis en communication avec la bobine, et le courant induit produit par celle-ci est porté au dehors à travers la paroi inférieure du récipient, et transmis au tube de Geisler par des fils enveloppés de caoutchouc. Ce tube, d'une forme appropriée et rempli d'acide carbonique, est enfermé dans un cylindre en verre, à parois épaisses, muni d'armatures en cuivre et dans lequel l'eau ne peut pénétrer. C'est la partie éclairante de l'appareil.

On obtient avec cet instrument une lumière douce, mais très-sensible et en tout semblable à celle que le génie militaire et les mineurs emploient maintenant. Elle ressemble sous certains rapports à celle que donnent les animaux phosphorescents, quoique plus intense. Elle peut être aperçue d'assez loin, même lorsque l'appareil fonctionne à plusieurs mètres sous l'eau. Il n'est pas douteux qu'elle ne doive attirer le poisson, comme le fait aussi la phosphorescence de certaines espèces, et l'on pourrait également s'en servir pour éclairer des espaces restreints situés au-dessous de la surface de l'eau, ou pour instituer des signaux flottants.

M. le capitaine de vaisseau Devoulx, commandant les côtes sud de la France, a vu fonctionner cet appareil dans le port de Cette, au mois de septembre dernier. Dans cette expérience, l'appareil est resté pendant neuf heures immergé, et il a éclairé pendant six heures dans ces conditions, bien que je l'eusse apporté tout chargé de Montpellier et ayant déjà fonctionné quelque temps. La durée de sa phosphorescence peut donc être plus longue encore. Un second essai, fait à Port-Vendres, à bord du *Favori*, commandé par M. Trotabas, lieutenant de vaisseau, m'a également réussi.

De nouvelles expériences seront reprises lorsque M. Ruhmkorff aura terminé divers petits changements que je lui ai demandés, dans le but de rendre le maniement de ce porte-lumière encore plus facile, et par suite plus pratique.

DE

L'ANCIENNETÉ DE L'HOMME

Par M. Paul GERVAIS.

L'opinion que l'Homme a existé en Europe antérieurement aux plus anciens souvenirs de l'histoire, et qu'il y a été le contemporain de certaines espèces animales dont la race est depuis longtemps anéantie, n'est pas une opinion nouvelle dans la science. Dès 1800, un observateur anglais, John Frere, signalait à Hoxne l'association des ossements de notre espèce avec ceux des animaux alors considérés comme antédiluviens que l'on trouve dans les cavernes ; et, en 1823, l'un des naturalistes qui se sont occupés avec le plus de succès des espèces perdues appartenant à la même époque géologique, Buckland, faisait connaître dans son ouvrage intitulé *Reliquiæ diluvianæ*, une découverte analogue à celle déjà mentionnée par Frere. C'était celle d'un squelette humain, supposé celui d'une femme, déterré dans la grotte de Paviland[1], avec des aiguilles faites en os et des restes du grand Ours, de l'Hyène, du Rhinocéros, ainsi que de l'Éléphant. On pourrait multiplier ces citations.

Quoique déjà informé de ces découvertes et d'autres analogues, Georges Cuvier n'en établit pas moins, dans l'édition de son célèbre ouvrage sur les *Ossements fossiles*, qui a paru en 1825, la venue récente de l'homme dans

[1] Comté de Glamorganshire.

nos contrées, postérieurement à la disparition de toutes ces curieuses espèces d'animaux dont il a su reconstruire les caractères et qu'il a pour ainsi dire fait revivre aux yeux des savants. Il admet qu'on ne rencontre des restes humains que dans les dépôts qui sont supérieurs à celui qu'il appelle *diluvium*, lequel «recouvre partout, ajoute-t-il, nos grandes plaines, remplit nos cavernes, obstrue les fentes de plusieurs de nos rochers». D'après lui, «ce n'est que dans les terrains formés depuis cette époque, dans les alluvions, dans les tourbières, dans les concrétions récentes, que l'on trouve à l'état fossile des os appartenant à des animaux connus et aujourd'hui vivants». Il cite comme tels «les os de Bœuf, de Cerf, de Chevreuil, de Castor, communs dans les tourbières, et tous les os d'hommes et d'animaux domestiques enfouis dans les dépôts des rivières, dans les cimetières et sous les champs de batailles».

D'après les résultats de ces recherches, aucun reste des animaux anéantis par les *catastrophes* dont le globe a été témoin, ne se retrouverait dans les conditions qui viennent d'être rappelées, pas même les restes des espèces détruites, suivant l'auteur, par la dernière des catastrophes qu'il invoque; et parmi ces espèces, il cite comme étant surtout remarquables «les Éléphants autrefois répandus dans une grande partie de l'hémisphère boréal, les Mastodontes dont il y avait des représentants dans le nouveau continent aussi bien que dans l'ancien, et le Mégathérium, genre exclusivement américain».

Beaucoup d'autres espèces sont associées à ces trois genres de Mammifères, soit en Europe, soit en Amérique, soit dans d'autres régions du globe; mais, remarquons-le dès à présent, cette population des Mastodontes et des Éléphants (je laisse à dessein de côté les Mégathériums, animaux étrangers à nos pays) n'est pas une population unique, dont toutes les espèces aient été, comme Cuvier l'a supposé, contemporaines les unes des autres. Leur existence est bien, ainsi qu'il l'a établi, postérieure à la disparition des Lophiodons et des Paléothériums, mais elles ont à leur tour formé plus d'une population. Les Mastodontes et les animaux de la même faune qu'eux ont vécu en Europe avant les Éléphants, et ces derniers, plus particulièrement le Mammouth, dont Cuvier se préoccupe exclusivement à cette occasion, ont également fait partie d'un ensemble distinct de quadrupèdes dont aucun n'a laissé ses débris dans les couches à Mastodontes, lesquelles couches étaient à tort regardées comme également diluviennes par les géologues et

les paléontologistes, lors de la publication des *Recherches sur les ossements fossiles*.

Le Mammouth, ou Éléphant primitif de Blumenbach (*Elephas primigenius*), est l'un de ces animaux dont les cadavres entiers sont enfouis dans les terres gelées de la Sibérie. Ses ossements sont également communs en Europe, soit dans le diluvium proprement dit, soit dans les sables diluviens des rivières, soit encore dans les sédiments de certaines cavernes ou dans les brèches; et l'on rencontre avec eux, dans les mêmes gisements, les restes des différentes espèces ayant vécu en même temps que le grand Proboscidien dont ils proviennent.

Les dépôts à ossements de Mastodontes remontent à la période tertiaire, en Europe du moins; ceux que caractérisent les ossements de l'Éléphant primitif sont au contraire moins anciens, et répondent à l'un des premiers âges de la période dite quaternaire, période qui se continue de nos jours.

Un autre résultat des études entreprises par les paléontologistes, depuis les travaux de Cuvier, mérite aussi d'être mentionné dans ce préambule. Nos espèces actuelles ne sont pas, comme le pensait ce grand naturaliste, d'une origine plus récente que l'Éléphant primitif et que les grands animaux éteints dont on rencontre les débris mêlés à ceux de cet Éléphant dans les dépôts d'âge diluvien; elles ont assisté, comme les grands quadrupèdes, au cataclysme qui a fait périr ces derniers. Il est bien certain, en effet, que des os fossiles appartenant à plusieurs espèces de Bœufs, au nombre desquels est l'Aurochs, au Cerf, au Sanglier, au Loup, au Blaireau, au Castor, etc., os en tout semblables à ceux des représentants actuels de ces espèces, sont mêlés, dans les brèches, dans les cavernes et dans le diluvium, à ceux des grands animaux anéantis. La population mammifère de nos contrées descend donc, à l'exception de certains animaux domestiques que l'homme y a amenés d'Orient, des espèces mêmes que l'Europe a eues pour habitants dans les temps où s'opérait le dépôt des terrains diluviens; et si la faune quaternaire de l'Europe et de l'Asie septentrionale n'avait pas été décimée, si ses principales espèces n'avaient été détruites par une de ces grandes perturbations qui ont à plusieurs reprises anéanti tant de formes d'êtres organisés sur tous les points du globe, elle ne le céderait ni en nombre ni en variété aux

faunes restées plus complètes, qui sont aujourd'hui répandues en Afrique et dans l'Inde.

Ramenées à ces termes, les questions dont nous avons à nous occuper deviennent beaucoup plus simples, du moins en ce qui concerne la première apparition de l'homme sur le continent européen. S'il y a vécu à l'époque des derniers Mastodontes, son existence remonte à la fin de la période tertiaire ; si c'est au contraire des Éléphants de l'espèce dite *primigenius* qu'il a d'abord été le contemporain, il est des premiers temps de la période quaternaire, et, pour établir sa domination en Europe, il a dû combattre toutes les grandes espèces qui se sont éteintes après l'époque diluvienne de cette même période. Les luttes qu'il soutient encore aujourd'hui en Afrique et dans l'Inde contre les Éléphants, les Rhinocéros, les Panthères, les Lions, les Hyènes, etc., il les aurait donc soutenues autrefois, dans nos régions, contre des animaux congénères de ceux-là, mais qui pour la plupart ont été reconnus constituer des espèces différentes des leurs.

D'ailleurs, c'est uniquement dans les terrains tertiaires supérieurs et dans les terrains quaternaires qu'il faut chercher les traces des premiers hommes. Antérieurement à ces dépôts, d'autres espèces exclusives de la nôtre comme de celles qui l'accompagnent à présent, voltigeaient dans les airs, parcouraient les différents points exondés de la croûte terrestre, s'agitaient dans les eaux douces et peuplaient la vaste étendue des mers. De semblables substitutions de populations nouvelles à des populations plus anciennes, avaient eu lieu à plusieurs reprises ; toutes relevant de conditions harmoniques entièrement différentes les unes des autres, mais constituant autant de termes successifs d'une même grande série de créations que l'homme et les animaux ou les végétaux actuels sont venus clore.

Pour ne rien négliger de ce qui peut jeter quelque lumière sur notre sujet, nous reprendrons la question de l'ancienneté de l'homme en Europe, à l'époque reculée où les derniers Mastodontes ont habité nos régions, et nous rappellerons d'abord, en en discutant la valeur, le fait sur lequel divers auteurs se sont appuyés pour établir la contemporanéité de notre espèce avec celles de ces grands animaux ; fait qui, s'il était démontré vrai, mettrait hors de doute l'existence du genre humain dès la fin de la période tertiaire. Ce sera l'objet d'un premier paragraphe.

Un second paragraphe sera consacré aux indices, également attribués à l'homme, qui remontent à l'époque où l'*Elephas meridionalis* vivait dans nos contrées. Cette espèce d'Éléphants, souvent considérée par plusieurs naturalistes comme appartenant à l'âge tertiaire supérieur, paraît s'être montrée avant celle que Blumenbach a nommée Éléphant primitif (*Elephas primigenius*); mais je suis plus porté à l'attribuer aux premiers temps de la série quaternaire qu'à la dernière des faunes réellement tertiaires.

Viendront ensuite les données relatives à l'homme fournies par l'étude des terrains que caractérisent les restes de l'Éléphant primitif lui-même et ceux du Rhinocéros tichorhine, des grands Ours, des grands Félis, des Hyènes, etc. Si les sédiments de l'étage qui précède peuvent être appelés le diluvium ancien, ceux où l'on recueille les os des espèces dont il vient d'être parlé sont, à proprement parler, le diluvium véritable, et c'est bien à eux que les géologues réservent maintenant cette qualification. Les temps de la période diluvienne, temps durant lesquels, suivant beaucoup d'auteurs, le genre humain aurait réellement habité nos régions, cessent avec l'existence de la plupart de ces grandes espèces qui donnaient alors à la population animale de nos contrées un caractère si remarquable, et cette destruction paraît avoir en partie coïncidé avec le moment où l'extension des glaciers est venue transformer les conditions climatériques à la surface du continent européen.

Un quatrième terme de cette ancienne chronologie nous conduit aux moments où le Renne a pullulé dans nos pays. Alors la présence de l'homme n'est plus douteuse; mais, disons-le dès à présent, beaucoup de données qu'on a publiées comme se rapportant à l'époque précédente, appartiennent certainement à celle-ci, et l'on a souvent confondu les phénomènes qui ont alors eu lieu avec ceux qui avaient été contemporains du diluvium.

Après en avoir traité et avoir essayé d'en apprécier la durée, nous parlerons des temps moins éloignés des nôtres, mais également inconnus de l'histoire, il y a seulement quelques années, sur la trace desquels la découverte des habitations lacustres de la Suisse a mis les savants. Nous verrons quelles dépouilles notre espèce et les animaux existants ont alors laissées dans le centre et dans le midi de la France. La faune, à cette époque, est moins différente de celle d'aujourd'hui qu'elle ne l'avait été précédemment, et au point de vue de l'éthnographie comme au point de vue de la zoologie, c'est là une transi-

tion véritable des temps primitifs aux temps réellement historiques. Cette nouvelle série de siècles n'est, à son tour, qu'une partie de ce que l'on a appelé *l'âge de la pierre*, mais elle en est le dernier terme, et elle nous conduit au moment où l'usage du bronze a commencé. Peut-être trouvera-t-on, dans les détails curieux qui la concernent, une nouvelle preuve de l'importance des documents que l'histoire naturelle fournit à l'histoire proprement dite.

§ I.

Époque des derniers Mastodontes européens.

Les Mastodontes forment un genre éteint de l'ordre des Proboscidiens, ordre qui comprend aussi les Éléphants et les Dinothériums. Ils diffèrent de ces derniers, en ce qui concerne la dentition, par des caractères faciles à saisir. Leurs espèces ont commencé avec le dépôt des terrains moyens que les géologues nomment *tongriens*, et, ainsi que nous l'avons déjà dit, il en a existé en Europe jusqu'à la fin de la période tertiaire. Dans l'Amérique, le genre de ces animaux paraît avoir vécu jusqu'à une époque peu différente de celle du diluvium européen ; il y a donc subsisté plus longtemps encore.

En France, c'est particulièrement dans les départements du centre et du midi que l'on rencontre les restes fossilisés des Mastodontes. Parmi les gisements les moins anciens qui en renferment, on peut citer les sables marins de Montpellier ainsi que leurs marnes fluviatiles, quelques dépôts situés aux environs du Puy en Vélay, et les terrains ponceux de la montagne de Perrier, près Issoire, qui sont surtout riches en débris appartenant à la famille des Cerfs.

Plusieurs naturalistes ont pensé que des restes humains, provenant de deux sujets, l'un adulte, sinon vieux, l'autre encore enfant, qui ont été trouvés en 1844 à la montagne de Denise, située aux portes mêmes du Puy, remontaient à l'époque des Mastodontes, animaux dont on découvre de nombreux ossements aux environs de cette ville. Cette manière de voir a reçu une véritable sanction par les paroles suivantes de l'un des plus habiles paléontologistes dont la France s'honore, le modeste collaborateur de Cuvier, Laurillard. « Les ossements humains découverts à la montagne de Denise,

dans les couches volcaniques qui recèlent également des ossements de Mastodontes, et que quelques géologues regardent aussi comme les dernières assises de ces terrains, semblent prouver que l'homme était déjà répandu sur la terre lorsque ces dernières couches se sont formées. »

Les anthropolithes de Denise ont été l'objet de plusieurs notices dues à des géologues distingués; je les ai, de mon côté, étudiés avec soin, lorsque je me suis rendu au Puy pour connaître les remarquables fossiles réunis dans les collections de cette ville, soit dans le cabinet de M. Aymard, soit au musée public; et dans une visite que j'ai faite au gisement de Denise, j'ai même trouvé, ainsi que l'a rappelé M. Aymard, une nouvelle dent humaine au lieu et dans le dépôt qui avait fourni les portions de squelettes humains conservés au musée. L'usure avancée de cette dent doit faire supposer qu'elle a appartenu au plus âgé des deux sujets découverts antérieurement.

Quant au gisement, s'il m'était permis d'en parler, je dirais que j'ai conservé des doutes sérieux sur son ancienneté. C'est une sorte de marne jaunâtre grasse et de nature feuilletée, dont les couches régulièrement stratifiées paraissent provenir du lavage des roches environnantes. Elle n'a pas l'apparence volcanique, et l'on n'y a rencontré en aucun point, soit des débris de Mastodontes, soit des restes des animaux contemporains de ces derniers. Rien n'autorise donc à admettre que ce lambeau de terrain soit réellement pliocène, c'est-à-dire tertiaire supérieur, et, à en juger par les caractères constatés chez le plus âgé des deux sujets humains, je serais tenté de me demander si ces anthropolithes n'appartiennent pas tout simplement à des individus contemporains de la fin de l'âge de la pierre. La saillie des arcades sourcilières qui les distingue et la forme générale de l'os du frontal, s'accordent assez bien avec cette conclusion, que je ne donne d'ailleurs que comme probable, mais non comme certaine. Ainsi, c'est aux dépôts quaternaires et sans doute à une couche peu ancienne de ces dépôts, que les fossiles humains du Puy me paraissent devoir être attribués; leur antiquité a été certainement exagérée quand on les a donnés comme étant d'époque tertiaire.

§ II.

Époque de l'Éléphant méridional.

Il a existé en Europe, postérieurement à l'extinction des Mastodontes, ou, suivant quelques auteurs, en même temps que les derniers survivants de ces animaux, une race ou espèce de véritables Éléphants, bien supérieure en dimensions à l'Éléphant primitif, dont nous parlerons bientôt : c'est l'Éléphant méridional (*Elephas meridionalis*) du naturaliste italien Nesti. Son nom rappelle que les premiers débris qu'on en ait observés provenaient du midi de l'Europe. Ils avaient été recueillis dans le célèbre gisement du val d'Arno, près Florence. Depuis lors, des restes attribués au même animal ont été signalés en France, particulièrement à Saint-Prest, localité peu éloignée de Chartres. Il en a aussi été trouvé en Auvergne et ailleurs.

Cuvier et de Blainville ne séparaient pas spécifiquement l'Éléphant méridional de l'Éléphant primitif, et le second de ces illustres anatomistes se bornait à le regarder comme une race de dimensions notablement supérieures, mais sans lui accorder la valeur d'une espèce véritable. Quoi qu'il en soit, les os de l'Éléphant dont il s'agit sont enfouis dans des dépôts d'apparence diluvienne, mais paraissant inférieurs par leur position stratigraphique à ceux du diluvium ordinaire ; c'est là ce qui a fait quelquefois regarder ces terrains comme tertiaires supérieurs. J'inclinerais plutôt à les attribuer aux formations quaternaires, car ils possèdent en commun avec celles-ci le caractère de renfermer des ossements de l'Hippopotame, du *Bos priscus* et de quelques autres espèces évidemment diluviennes. Mais là n'est pas non plus la question qui doit nous occuper en ce moment.

Y a-t-il des restes de l'homme à Saint-Prest ou dans d'autres localités fournissant des ossements de l'Éléphant méridional, et doit-on admettre la contemporanéité de notre espèce avec celle de ce gigantesque Proboscidien ?

M. J. Desnoyers ne doute pas qu'il n'en soit ainsi. Il se fonde sur les stries, supposées par lui être des traces d'incisions faites à l'aide d'instruments en silex, stries dont il a constaté la présence sur des os de Rhinocéros extraits de la sablonnière même de Saint-Prest. Mais sont-ce bien là des stries opérées

de main humaine? Il est permis de penser le contraire, et, jusqu'à ce qu'on ait trouvé les instruments à l'action desquels ces stries sont attribuées, ou, ce qui serait plus démonstratif encore, les ossements des hommes qui auraient taillé ces instruments encore inconnus et s'en seraient servis, comme on le suppose, pour dépecer les grands Pachydermes et les Ruminants enfouis à Saint-Prest, l'opinion que l'homme existait alors dans nos contrées restera fort contestable.

On sait qu'il a été retrouvé de semblables marques sur quelques-uns des os extraits des couches du val d'Arno; mais M. Lartet en a vainement cherché sur les fossiles du faux crag de Norwich, et je n'en ai pas non plus constaté sur les os d'Éléphant gigantesque, d'Hippopotame et de *Bos priscus* extraits du diluvium ancien du coteau de Saint-Martial, près Pézenas, que la Faculté des sciences de Montpellier a reçus avec la collection du savant géologue Henri Reboul.

§ III.

Époque de l'Éléphant primitif (Elephas primigenius).

On voit combien sont encore incertains les faits sur lesquels on s'est appuyé pour admettre la présence de l'homme en Europe antérieurement aux dépôts du diluvium proprement dit. Ce serait le contraire qui aurait eu lieu relativement à ces derniers dépôts, si l'on devait accueillir comme réellement exacts les documents, dès à présent fort nombreux, qui ont été publiés depuis la publication du grand ouvrage de Cuvier. L'observation serait ici d'accord avec la théorie; et l'existence de l'homme avec les animaux de la faune diluvienne, dont les grandes espèces ont été anéanties par le cataclysme glaciaire déjà soupçonné à l'époque où écrivait l'auteur des *Recherches sur les ossements fossiles*, ne devrait plus être contestée. Mais les preuves qu'on a alléguées à cet égard doivent être sérieusement contrôlées; car, il faut bien l'avouer, elles ne sont pas à l'abri de toute critique, et il y a certaines remarques à faire au sujet des conclusions que l'on en a tirées.

La période dont nous avons maintenant à nous occuper est celle qui correspond aux dépôts particulièrement appelés diluviens, au remplissage des

cavernes et au comblement des fentes des rochers, mode de comblement connu des géologues sous le nom de brèches osseuses.

A quels caractères reconnaître ceux de ces dépôts qui sont réellement synchroniques, et comment juger que tel que l'on appelle habituellement ainsi mérite bien ce nom; car, il n'est pas possible de le nier, il s'était opéré, antérieurement à l'époque appelée diluvienne, des formations ayant une apparence analogue à celle des dépôts que l'on est convenu d'appeler diluviens, et, encore aujourd'hui, les inondations couvrent de sédiments peu différents par leurs caractères pétrographiques des surfaces dont l'étendue est parfois aussi considérable que la leur. En outre, certaines cavernes ont continué à recevoir de nouvelles couches ossifères, et il se forme des brèches non moins riches en ossements que celles dont nous allons maintenant nous occuper.

Le caractère de l'époque diluvienne, telle que nous devons la reconnaître, est avant tout un caractère paléontologique. C'est la présence, au milieu des terrains qui lui appartiennent, d'ossements d'animaux éteints, associés à ceux d'espèces encore existantes, et, parmi ces animaux éteints, les plus remarquables sont l'Éléphant primitif, le Rhinocéros tichorhine, le grand Hippopotame, l'Ours gigantesque, l'Hyène des cavernes et deux Félis de fortes dimensions, dont l'un est comparable au Lion, quoique plus vigoureux que lui, et l'autre semblable à la Panthère.

1.

Avant la mort de G. Cuvier, quelques auteurs avaient déjà cherché à démontrer la simultanéité d'existence de l'homme et des espèces diluviennes, et à prouver le mélange de ses ossements avec les leurs. Ce fut dans les cavernes que cette association fut d'abord signalée, et cela sur plusieurs points à la fois : dans le midi de la France, par M. Tournal, par Jules de Christol, par M. Émilien Dumas et par Marcel de Serres ; en Belgique, par le docteur Schmerling, et, en Allemagne, par MM. Jœger, Boué, etc. De semblables documents furent également publiés en Angleterre.

Plus récemment, il en a été fourni de nouveaux en France par MM. Lartet, Christy, Garrigou, H. Filhol, de Vibraye, etc., dont les travaux ont été pour

la plupart communiqués à l'Académie des sciences de Paris et imprimés en entier ou résumés dans les Comptes-rendus hebdomadaires de cette Compagnie.

Dans le mémoire que j'ai adressé au même corps savant, en février 1864, j'ai aussi traité cette importante question, et, en parlant d'une caverne que J. de Christol avait déjà signalée en 1829, celle de Pondres, je m'exprimais ainsi : « J'ai revu les ossements trouvés à Pondres par M. Émilien Dumas, et constaté qu'ils appartiennent principalement aux espèces suivantes : ***Rhinoceros tichorhinus***, ***Bos primigenius***, ***Ursus spelœus***, ***Felis spelœa*** et ***Hyœna spelœa***. Ce sont bien des animaux diluviens, et Cuvier, qui fait survivre le ***Bos primigenius*** aux espèces anéanties avant l'apparition de l'homme dans nos contrées, ne cite pas ce grand Bœuf parmi les animaux dont il conteste le mélange avec les restes de notre espèce. Beaucoup d'auteurs ont invoqué la grotte de Pondres à l'appui de la haute antiquité de l'homme en Europe, et il a laissé en effet des débris de son squelette, des couteaux en silex, des poteries grossières et du charbon dans cette grotte, si bien explorée par M. Émilien Dumas. On les y trouve pêle mêle avec les restes des animaux éteints. Y a-t-il eu remaniement du sol, fissures, etc.? On l'a nié et affirmé successivement. Tout ce que nous pouvons assurer, c'est que les os des grandes espèces n'y sont pas brisés à la manière de ceux enfouis dans les cavernes ayant servi d'habitation aux premiers habitants du globe.

» Malgré l'opinion de notre savant ami, M. Émilien Dumas, qui ne met pas en doute la contemporanéité de l'homme et des animaux d'espèces éteintes recueillies à Pondres, nous avons, dans un précédent travail, relégué cette observation parmi celles qui ne peuvent conduire qu'à des conclusions douteuses. »

Nous nous croyons en droit d'en dire autant des fossiles humains (crâne, couteaux en silex, poinçons en os) que nous possédons et qui proviennent de la caverne de Mialet, où la présence des grands animaux diluviens n'est pas non plus contestable. On y trouve bien l'***Ursus spelœus***, l'***Hyœna spelœa***, le ***Felis spelœa*** et le ***Felis antiqua***; ils y sont associés à un grand Bouquetin (***Ibex Cebennarum***), à un Bœuf qui paraît être le ***Bos primigenius***, ainsi qu'à une espèce de Ruminants de la taille du Chamois et du Chevreuil, dont il ne nous a pas été possible jusqu'à présent de reconnaître l'espèce avec

certitude; mais les os humains et les débris de l'industrie paraissent être d'une date moins ancienne.

Quant à la caverne de Lunel-Viel, également située dans le Bas-Languedoc, elle ne saurait, ainsi que j'en ai déjà fait la remarque, être citée en faveur de l'hypothèse de la contemporanéité de l'homme et des grandes espèces diluviennes, puisque, malgré son peu d'éloignement d'autres grottes ou de certaines brèches renfermant des fossiles humains, elle n'a fourni de traces ni de l'homme ni de sa primitive industrie. Elle est du nombre de celles que M. Steenstrup regarde comme entièrement remplies en dehors de l'action de notre espèce, attendu que les ossements n'y sont pas brisés par cette dernière, mais seulement attaqués par la dent des Carnivores, plus particulièrement par celle des Hyènes. Je dois cependant ajouter qu'un des maxillaires inférieurs d'Hyène, trouvés à Lunel-Viel, me paraît faire exception sous ce rapport; mais est-ce bien la main de l'homme qui l'a fracturé? Rien ne me le prouve encore[1].

Cuvier est mort en 1832; par conséquent il n'a pu connaître qu'une faible partie des découvertes dont les fossiles des cavernes ont été l'objet de la part des paléontologistes depuis son édition de 1825. Toutefois, il n'avait pas négligé de se prononcer sur celles de ces découvertes qui lui étaient parvenues. Son avis n'est pas favorable à la nouvelle théorie, et il l'a même exprimé avec quelque sévérité : « On a, dit-il, fait grand bruit, il y a quelques mois, de certains fragments humains trouvés dans les cavernes à ossements de nos provinces méridionales; mais il suffit qu'ils aient été trouvés dans les cavernes, pour qu'ils rentrent dans la règle. » Or, la règle, nous l'avons déjà exposé, c'est qu'on ne rencontre pas d'ossements humains dans les couches régulières renfermant, soit les os des Mastodontes, soit ceux des Éléphants, des Rhinocéros, des grands Ours, des grands Félis et des Hyènes.

---

[1] On a signalé la découverte de maxillaires semblablement fracturés, dans quelques autres cavernes. Ces rares ossements sont particulièrement d'Ours, de grands Félis et d'Hyènes. Ce sont des maxillaires inférieurs dont l'apophyse angulaire et une partie du bord inférieur manquent. Quelques paléontologistes ne doutent pas que ces fossiles n'aient été taillés à l'état frais par la main des hommes. Ces pièces, tout intéressantes qu'elles soient, sont encore trop rares pour être concluantes, et d'ailleurs l'explication qu'on en a donnée reste jusqu'à ce jour bien douteuse.

Le passage que nous venons de citer a été ajouté au ***Discours sur les révolutions du globe***, dans la sixième édition de ce discours, qui a paru en 1830. L'auteur y dit aussi : « Quelques os humains des cavernes du midi que j'ai eu l'occasion d'examiner, m'ont paru y avoir été déposés après les os des quadrupèdes inconnus ».

Cette critique de l'interprétation donnée par MM. Tournal, J. de Christol, É. Dumas et Marcel de Serres, au sujet de leurs intéressantes observations, n'a pas arrêté les paléontologistes, et à plusieurs reprises, depuis la mort de Cuvier, la question de l'ancienneté de l'homme a été abordée, soit par eux, soit par d'autres savants, et cela dans le sens adopté par les géologues du midi dont je viens de rappeler les noms. Un des plus autorisés est Schmerling; ensuite est venu M. Lartet, qui a donné comme argument en faveur de la thèse qu'il soutient avec tant de talent, la sépulture depuis lors célèbre d'Aurignac. Après M. Lartet, il faut citer M. Garrigou, M. H. Filhol et d'autres encore, dont les travaux n'ont pas moins d'intérêt. De curieuses découvertes ont été particulièrement faites par MM. Lartet et Christy dans les cavernes du Périgord et dans celles de quelques autres parties de la France. Alors a été discutée de nouveau la question dite de l'*homme fossile*, dont tant de savants se préoccupent encore journellement.

Cette question, que les personnes étrangères à la géologie ou qui sont peu au courant de l'état actuel de cette science, adressent souvent aux naturalistes, est, comme nous l'avons fait remarquer il y a déjà longtemps, une question mal posée, et qui donne une idée assez inexacte du problème auquel elle se rapporte. Ce qu'il faudrait savoir, ce n'est pas si l'homme a laissé des traces de son existence dans certaines des couches qui constituent l'écorce du globe, puisque chaque jour il se forme de nouvelles couches enfouissant de nouveaux fossiles, soit humains, soit animaux ou végétaux ; le but à atteindre est celui-ci : constater dans quelles couches et au milieu de quelles associations animales ou végétales l'homme a laissé ses dépouilles, afin de retrouver ainsi la date de sa première apparition sur le globe, comme nous retrouvons d'autre part celle de l'apparition de tant d'espèces d'êtres organisés, dont les unes ont à jamais disparu du monde vivant, tandis que les autres subsistent encore.

Dans la recherche des débris fossiles provenant de l'homme, il faut donc

s'enquérir des particularités présentées par les ossements eux-mêmes, en tenant compte des caractères ethnographiques qu'ils peuvent offrir; déterminer les conditions, soit stratigraphiques, soit géographiques dans lesquelles ces ossements ont été découverts, et reconnaître à quelles espèces anéanties ou encore existantes ils sont associés. Il est d'autre part évident que c'est sur tous les points du globe et non pas en Europe seulement, que de semblables études devraient avoir été accomplies, si l'on prétendait arriver à quelque résultat réellement important. Or, il ne faut pas l'oublier, les observations que nous possédons dès à présent n'ont trait pour la plupart qu'à certaines cavernes à ossements de l'Europe et à quelques dépôts diluviens ou brécheux du même continent.

2.

Un autre ordre de preuves invoqué par les savants à l'appui de la coexistence de l'homme et des grandes espèces anéanties, qui sont caractéristiques de l'époque diluvienne, est emprunté aux brèches osseuses. Cuvier avait cité, dès 1825, la découverte faite par Schlotheim, d'ossements humains enfouis dans les brèches de Kœstritz, en Saxe, « où il y a aussi des os de Rhinocéros». Mais il faisait remarquer que «M. de Schlotheim lui-même avait des doutes sur l'époque où ils ont été déposés».

C'était donc, chez Cuvier, un sentiment bien arrêté que les brèches osseuses, pas plus que les couches diluviennes ou les cavernes renfermant les restes des espèces éteintes, n'ont reçu aucun os humain aussi ancien que ceux de ces espèces. Il s'appuie à cet égard sur une observation qui lui est propre, celle d'un anthropolithe véritable qu'il a reçu des brèches de Nice, avec quelques débris zoologiques remontant certainement à l'époque diluvienne. « L'incrustation, dit-il, est très-mince, à grain salin et d'une teinte jaunâtre; l'os est très-blanc et sec; ce morceau est isolé, n'adhérait d'aucun côté à une masse de brèches, en sorte qu'il n'appartient vraiment point au même ordre de phénomènes que la plupart des os dont j'ai parlé dans cet article». Ces derniers étaient principalement de grands Félis (*Felis spelœa* et *Felis antiqua*).

En visitant le musée de Nice, j'ai eu dernièrement l'occasion de constater que les brèches osseuses de cette ville fournissent aussi des débris de l'Éléphant, du Rhinocéros (peut-être du *Rhinoceros tichorhinus*) et de l'Hippopo-

tame. Ces remarques nouvelles n'auraient certainement pas changé l'opinion du grand naturaliste dont nous suivons pour ainsi dire pas à pas les interprétations dans ce curieux ordre de faits, tout en nous écartant de ses conclusions quand les résultats acquis à la science nous permettent de le faire avec certitude. Et en effet, si la théorie que nous avons exposée, contrairement à Cuvier lui-même, au sujet de l'apparition des espèces composant la faune diluvienne, nous conduit à supposer que notre espèce n'a pas été créée postérieurement à celles-ci, puisqu'elle en est en réalité la forme dominatrice et comme le complément, n'est-ce pas un devoir pour tous les hommes de science d'apporter une sévérité plus grande dans la discussion des preuves qui semblent appuyer cette manière de voir, si contraire sous plusieurs rapports à celle que soutenait Cuvier?

C'est ce qui nous oblige à déclarer que les observations publiées jusqu'à ce jour, au sujet des fossiles humains d'époque diluvienne, sont encore loin d'être à l'abri de toute contestation, et que de nouvelles preuves sont nécessaires pour établir avec certitude que notre espèce a vécu en Europe en même temps que les grands animaux enfouis dans le diluvium. Ni les ossements humains qui ont été signalés dans les assises caractérisées par les restes de ces grands quadrupèdes, ni les os travaillés, ni les poteries primitives recueillies jusqu'à ce jour, ne nous paraissent dans des conditions de gisement qui ne laissent prise à des doutes sérieux, puisque là où les brèches osseuses se sont durcies dès le moment de leur dépôt, et partout dans les endroits où le sol ancien des cavernes est resté vierge, les ossements humains ne se rencontrent réellement pas ou ne s'observent que dans les parties les plus superficielles de ces dépôts, et par conséquent au-dessus des couches reconnues comme étant vraiment diluviennes.

On ne peut donc pas affirmer encore que les mélanges, et par endroits ces mélanges ne sont pas douteux, ne soient le résultat de quelques remaniements ou de certaines autres actions physiques postérieures à l'enfouissement des grandes espèces. Et d'ailleurs, l'homme ne peut-il pas remonter à l'époque diluvienne, telle que les géologues la comprennent, sans avoir pour cela habité l'Europe centrale dès le commencement de cette époque?

De Christol, qui s'était occupé, de concert avec M. Émilien Dumas, de l'étude des os humains fossiles trouvés dans les cavernes de Pondres et de

Souvignargues (Gard), a aussi étudié les brèches osseuses. Il en a indiqué dans plusieurs localités du midi de la France où l'on n'en connaissait pas avant lui, et elles y sont en effet si fréquentes, que j'ai pu de mon côté en trouver dans plusieurs endroits où l'on n'en signalait pas encore. Les remarques qu'elles m'ont suggérées sont tout à fait conformes aux conclusions de Cuvier, et je ne partage pas l'opinion qu'il faille les attribuer toutes à l'époque diluvienne.

Le dépôt des brèches osseuses se continue de nos jours aux environs de Montpellier, de même que celui des tufs ; aussi peuvent-elles renfermer des fossiles d'époque tout à fait récente. C'est donc vainement que de Christol s'est efforcé d'établir que si les brèches explorées par lui, et que j'ai vues aussi, ne renferment que des os de Renard, de Putois, de Fouine, de Lapin, de Rat, d'Oiseaux, de Lézard et de Tortue, sans fragment osseux d'Éléphant, de Rhinocéros, de Cerf, d'Hyène, d'Ours, de Lion, etc. (je reproduis ici la liste qu'il a donnée), c'est parce que les ossements des grands animaux que l'on retire des cavernes, particulièrement de celle de Lunel-Viel, n'ont pas été charriés par le courant qui a rempli ces cavernes, mais y ont été portés par les Hyènes. « En effet, ajoute-t-il, si cette masse d'ossements eût été entraînée par un courant, on devrait en trouver au moins quelques-uns dans cette prodigieuse quantité de fentes sur lesquelles le courant a dû nécessairement passer, puisqu'elles entourent la caverne et qu'elles sont remplies du même limon et du même gravier qui l'a comblée. »

Sans rentrer dans la discussion, aujourd'hui épuisée, du mode de remplissage des cavernes, je dois rappeler qu'on a découvert, il y a quelques années, tout près de Montpellier, dans une petite localité nommée Bourgade, et qui touche pour ainsi dire aux brèches tendres et terreuses des bords du Lez, des brèches dures, également rapprochées de cette rivière, et dans lesquelles nous avons reconnu des ossements du grand Ours et du Rhinocéros. Il y a donc eu des âges successifs dans la formation des brèches osseuses, comme il y en a également eu pour le remplissage des cavernes ; et de Christol, après avoir attribué les dépôts brécheux à un courant unique, est forcé de reconnaître plus loin qu'en certains lieux ils se forment encore maintenant. Il invoque à cet égard la localité de Saint-Antoine, déjà citée par Brongniart dans son tableau des terrains.

Nous arrivons donc à cette conclusion, déjà posée par Cuvier et Brongniart, que le phénomène des brèches n'est pas limité à l'époque diluvienne, et nous admettons avec ces savants naturalistes que les brèches quaternaires anciennes, qui sont pétries de nombreux ossements appartenant aux grandes espèces éteintes, n'ont pas encore fourni de restes humains. Il n'en est pas de même pour les brèches, en général plus tendres, qui ont continué à s'accumuler à des époques plus rapprochées de la nôtre. Aussi l'examen en est-il également fort curieux. Celles de La Valette qui, je le répète, se forment encore à présent, et dont chaque pluie torrentielle augmente par endroits la masse tandis qu'elle la diminue ailleurs, peuvent nous fournir des renseignements curieux.

J'ai trouvé en un point très-circonscrit, le point où se voit le trou dit de la Glacière, des ossements de Blaireau, de Renard, de Fouine, de Genette, de Cerf, de Lérot, de Rat d'eau, de Campagnol, de Mulot, de Lapin, de Taupe, de Musaraigne musette, de Rat identique au Rat noir ou au Surmulot, etc., mêlés à des nombreux os d'oiseaux dont un paraît être notre Coq, et à des débris de Tortue terrestre, de Lézard ocellé, de Couleuvres, de Batraciens anoures et de Poissons. Ni le Cerf ni la Tortue ne vivent maintenant au même lieu; mais ce qui montrerait au besoin que ces dépôts se continuent sous nos yeux, c'est qu'on y trouve associés, par endroits, des produits tout récents de l'industrie. Cependant il y a aussi des restes d'une époque plus ancienne, quoique postérieure au diluvium. J'ai en effet découvert, dans le trou de la Glacière, des ossements de plusieurs sujets humains accompagnés de poteries primitives, ainsi qu'une coquille marine apportée par l'homme, le *Cerithium vulgatum* de nos côtes. Il y avait en outre au même endroit un fragment d'une espèce de Félis de la taille du Lynx, que je crois être le *Felis servaloides*. Cette espèce de Lynx est une de celles qui sont également enfouies à Lunel-Viel; nous l'avons retrouvée dans les brèches de Castries (Hérault).

Les brèches de Coudes, près Issoire, qui renferment des os du Renne, et d'autres brèches encore, soit aux environs de cette ville, soit auprès de Paris et ailleurs, sont des gisements également postérieurs à la disparition des grandes espèces, mais dont le dépôt remonte certainment à une époque préhistorique. C'est à Coudes qu'a été signalé le *Felis lyncoides*,

espèce très-peu différente du Félis servaloïde, à en juger par les rares débris qui en ont été étudiés. Les brèches de Montmorency ont fourni des os de Renne, de Spermophile, de Hamster et de Lagomys, animaux dont les analogues ne vivent que dans des pays plus ou moins éloignés ou dont la température est en général inférieure à la nôtre ; mais ce sont là des restes également postérieurs à l'époque du diluvium véritable.

3.

Un troisième genre de documents avait été invoqué dès l'année 1838; je veux parler des instruments en silex, qui sont fréquents dans les cavernes, ainsi que dans certaines parties des brèches osseuses, et dont on a également admis la présence dans le diluvium. M. Tournal en avait déjà trouvé à Bize, mais sans reconnaître leur véritable signification. Il les appelait «des fragments de quartz pyromaque à angles très-vifs, »et les croyait apportés par les eaux. Schmerling en observa dans les cavernes de la province de Liége, et les jugea de fabrication humaine : «Une chose bien singulière, parmi tant de singularités dans les produits des fouilles des cavernes ossifères, c'est, dit ce patient et sagace observateur, la présence de fragments de silex dont la forme régulière a frappé d'abord mon attention. Dans toutes les cavernes de notre province où j'ai trouvé des ossements fossiles en abondance, j'ai aussi rencontré une quantité plus ou moins considérable de ces silex.... Toute réflexion faite, il faut admettre que ces silex ont été taillés par les mains de l'homme, et qu'ils ont pu servir pour faire des flèches ou des couteaux. »

Ces silex taillés, dont il a été si souvent question dans ces dernières années, sont assez semblables à ceux dont on avait déjà constaté la présence sous les dolmens et les autres monuments celtiques. Mais ces derniers sont souvent mêlés aux haches dites celtiques, qui sont faites en jade ascien ou en néphrite, et qui se distinguent surtout parce qu'elles ont été polies et usées au lieu d'avoir été taillées par éclats. Celles-ci rappellent les haches dont se servent encore les peuples océaniens. Les silex plus anciens enfouis dans les cavernes sont taillés comme ceux que l'on trouve avec les haches dont il vient d'être question, mais ils sont ordinairement d'une fabrication plus pri-

mitive encore, et la grossièreté de quelques-uns d'entre eux est telle qu'il faut une certaine habitude, parfois même une véritable confiance, pour les regarder comme étant réellement travaillés de main humaine. Cependant il en a été découvert, durant ces derniers temps, dans un si grand nombre de localités, et parfois en telle quantité, qu'il n'est plus permis de douter de leur véritable origine. Actuellement, on taille les silex de la même manière ou d'une manière à peu près analogue, et les pierres à briquet qui figurent parmi les articles de fumeurs, ou celles que portent certaines armes à feu, ont, avec les instruments en silex des premiers habitants de l'Europe, de l'Amérique, etc., une analogie qu'on ne saurait méconnaître. Cette ressemblance pourrait donner lieu à de regrettables méprises.

Ordinairement c'est dans la partie meuble des brèches, sur le sol ou dans les atterrissements peu anciens des cavernes, parfois même à la surface des terres, dans les lieux en friche ou encore peu remués par la charrue, que l'on rencontre les instruments en silex anciennement taillés. Il y en a de formes assez variées. Le classement de ces objets, en rapport avec les usages qu'on leur suppose, n'est pas sans intérêt, bien que les conclusions auxquelles on s'est arrêté à cet égard soient loin d'être à l'abri de toute contestation.

Les savants ont désigné par le nom d'*âge de la pierre* les temps, antérieurs à l'usage du bronze et du fer, pendant lesquels ces instruments ont d'abord été employés.

Une forme remarquable est celle des silex taillés que l'on rencontre près d'Abbeville, dans une couche qui a été attribuée au diluvium ; elle est devenue, entre les mains de M. Boucher de Perthes, un nouvel argument en faveur de l'ancienneté de l'homme et de sa présence dans nos contrées à l'époque où les grandes espèces y vivaient. C'était la première fois qu'on en signalait dans des couches de cette nature. Lorsqu'il en fut d'abord question, on connaissait encore fort peu les instruments en pierre, et l'on n'en comprit même pas l'intérêt, qui est cependant incontestable. Aussi M. Boucher de Perthes dut-il conserver longtemps ses convictions, sans réussir à les faire partager des savants. Mais, il faut bien le dire, à la décharge des hommes de science, les détails consignés dans ses premières publications ne présentaient pas encore toutes les garanties d'une suffisante authenticité. En parlant de ces haches en pierre, dans son livre sur les *Antiquités celtiques et antédilu-*

viennes, publié en 1849, il avait en effet inséré ce passage, qui fait honneur à sa sincérité, mais qui pouvait bien inspirer quelque doute : « Je n'étais pas présent, lorsqu'elles ont été extraites de la sablière ».

Des haches en tout semblables à celles d'Abbeville ont été plus récemment découvertes à Saint-Acheul, près Amiens, et ailleurs en France. Il en a aussi été trouvé auprès de Madrid, en Espagne, toujours dans des dépôts regardés comme diluviens par les géologues. Durant le dernier siècle, il en avait déjà été recueilli une dans Londres même, à Grays-in-Lane. Elle a fait partie de la collection de Sloane, et est aujourd'hui conservée au musée britannique, où nous l'avons vue il y a déjà plusieurs années. Son étiquette actuelle porte qu'elle était enfouie avec des os d'Éléphant « *with Elephant's remains* ».

Après plusieurs années de persévérantes recherches, en 1863, M. Boucher de Perthes trouva, à Moulin-Quignon, dans le gisement qui lui avait fourni les haches dont il vient d'être fait mention, une mâchoire inférieure évidemment humaine, que M. de Quatrefages mit sous les yeux de l'Académie des sciences de Paris. Cette pièce est devenue l'objet de nombreuses observations, et elle a fourni le sujet de discussions que nous n'avons pas à rappeler ici.

Pour l'auteur de cette découverte, l'identité des couches renfermant la mâchoire et les haches de Moulin-Quignon, avec celles du faubourg Méchencourt, également à Abbeville, où sont enfouis les animaux diluviens, ne saurait être contestée ; suivant lui, la contemporanéité de l'homme avec les grands quadrupèdes éteints appartenant à l'âge diluvien, se trouve dès-lors irrévocablement acquise à la science. Cependant, cette fois encore, des objections graves se sont produites, objections que nous ne devons pas passer sous silence.

M. Élie de Beaumont a nié formellement que le terrain de Moulin-Quignon fût d'époque diluvienne. De son côté, M. Hébert a établi que c'était du diluvium, mais du diluvium moins ancien que celui qui renferme les espèces perdues de Méchencourt, et il le considère comme en étant séparé par plusieurs couches faciles à distinguer. N'est-ce pas dire également qu'on ne saurait classer le dépôt de Moulin-Quignon parmi ceux que Cuvier appelait diluviens? Enfin, j'ai observé de mon côté que le mode de conservation de la mâchoire d'Abbeville indique une date d'enfouissement évidemment pos-

térieure à celle des os trouvés près de la même ville, et qui proviennent des animaux d'espèces perdues.

On pourrait donc considérer la question comme jugée contrairement à l'âge diluvien des ossements et des haches de Moulin-Quignon, et par suite contester une fois de plus la présence des ossements de l'homme parmi les dépôts des premiers temps de l'époque quaternaire, si M. de Beaumont, d'ailleurs très-explicite en ce qui concerne cette localité, ne faisait ses réserves quant au gisement de Saint-Acheul, où il y a aussi des haches semblables à celles d'Abbeville ; et si MM. Gaudry et Hébert ne soutenaient, de leur côté, que dans cette dernière localité le mélange des haches avec les ossements des Éléphants ne laisse prise à aucune contestation. Mais alors, comment admettre une si grande différence d'âge entre des produits de l'industrie humaine qui sont de forme si parfaitement identique? C'est là une objection que les archéologues pourraient bien opposer au sentiment des deux savants géologues que nous venons de citer.

A Cœuvres, entre Villers-Cotterets et Soissons, il existe un dépôt de silex taillés bien évidemment associés à des os d'Éléphant, de Rhinocéros, de grand Bœuf, de Cheval, etc., sur lequel M. Wattelet a appelé dernièrement l'attention des naturalistes. J'ai visité ce dépôt, qui est enclavé dans le calcaire nummulitique, et je suis, avec M. Hébert, de l'avis que l'on peut l'expliquer par l'écrasement de quelque cavité analogue à une caverne; mais les objections faites à propos des cavernes ordinaires se représentent dès-lors à l'esprit, et si les silex supposés taillés de Cœuvres méritent réellement cette qualification, ce que je ne veux pas contester, n'est-on pas en droit de supposer qu'ils ne sont pas du même âge que les os d'Éléphant? et par suite l'incertitude subsiste. Les silex taillés signalés dans le diluvium à Quincy-sous-le-Mont (Aisne), par M. de Saint-Marceaux, et dans d'autres lieux par d'autres observateurs, ont-ils une plus grande authenticité géologique? cela n'a pas été démontré non plus.

Ce qui est dès à présent acquis à la science, c'est l'exagération dans laquelle divers auteurs sont tombés, en attribuant indistinctement aux temps où vivaient les espèces diluviennes, les gisements de couteaux, pointes de flèches, haches et autres instruments en silex taillé ou en os que l'on a découverts depuis Schmerling et M. Boucher de Perthes, en tant de lieux diffé-

rents et sur des points si éloignés les uns des autres. L'archéologie n'aurait pas de peine à démontrer qu'il s'en est fabriqué à des époques beaucoup moins éloignées de la nôtre, et nous voyons en effet que l'usage de pareils instruments s'est continué chez les Celtes jusqu'aux commencements de l'âge de bronze, et ailleurs beaucoup plus tard.

Je puis donc, en tenant compte des données fournies par la discussion qui précède, reproduire au sujet des hommes de l'époque diluvienne les conclusions auxquelles j'étais arrivé en traitant, dans la première édition de ma *Zoologie française*, cette question si difficile de paléontologie : «... Ces documents, et tous ceux auxquels nous avons fait allusion, nous laissent, au sujet de l'ancienneté réellement diluvienne des fossiles humains que l'on a signalés en France, dans la même incertitude où se trouvait Cuvier lorsqu'il a parlé, d'après Buckland, du squelette humain de la caverne de Pavyland, en Angleterre; d'après Schlotheim, des os humains extraits des fentes de Kœstritz, et, d'après les observations qu'on avait faites sur les ossements des cavernes du Midi, ossements que MM. Marcel de Serres, Jeanjean, Dubrueil et quelques autres observateurs avaient reconnus comme appartenant à l'espèce humaine.» Et cependant nous étions dès-lors conduit à supposer que l'homme existait déjà sur le globe lorsque nos régions étaient habitées par les grands Mammifères diluviens, et nous ajoutions aux remarques qui précèdent : « La contemporanéité de l'homme et des animaux diluviens est fort probable, mais les données sur lesquelles on l'a établie manquent souvent de la précision, qui est si désirable en pareille matière».

§ 4.

Époque du renne utilisé par l'homme.

De ce que certaines espèces ont disparu de nos régions depuis le commencement de la période quaternaire, est-on en droit de conclure que leur extinction a été simultanée et qu'un seul grand cataclysme a suffi pour les anéantir ? Nous avons déjà vu que l'Éléphant méridional avait sans doute cessé d'exister avant l'Éléphant primitif ; quelques auteurs pensent même qu'il n'a pas vécu en même temps que lui. Divers animaux n'ont-ils pu s'éteindre

à des époques moins reculées encore, et ne se serait-il pas opéré, depuis la fin du phénomène diluvien, des extinctions successives capables de nous donner le change et de nous faire reporter à cette date si ancienne des faits également importants, mais bien postérieurs? C'est en réalité ce qui a eu lieu. Et d'abord, quel puissant moyen de destruction a pu opérer l'anéantissement des grands animaux diluviens? Sont-ce les pluies torrentielles, qui ont recouvert nos plateaux de ce manteau caillouteux arraché aux montagnes voisines, que Cuvier et Brongniart ont appelé le terrain diluvien; et l'abondance de ces inondations a-t-elle mis fin à l'existence des grandes espèces dont les os sont devenus entre les mains des géologues un moyen de caractériser les dépôts qui nous les ont conservés? La grande évaporation dont les mers paraissent avoir été le siége vers cette époque, peut bien nous expliquer l'origine de si grandes quantités d'eau; mais les pluies ont-elles été suffisantes pour détruire tant d'animaux divers? Évidemment non, car le même phénomène s'est certainement produit pendant un temps fort long, et les grandes espèces ont elles-mêmes continué à vivre durant cette période, comme nous voyons de nos jours vivre celles des régions intertropicales, bien que ces régions reçoivent aussi à certaines saisons des quantités d'eau comparables jusqu'à un certain point à celles qui ont autrefois couvert l'Europe.

Un refroidissement notable s'est ensuite fait sentir. Aux pluies abondantes ont succédé des neiges, et avec elles les glaciers, dont l'extension est bientôt devenue considérable. C'est alors que le Renne, espèce encore existante d'un genre de Ruminants dont plusieurs représentants avaient disparu par l'effet des cataclysmes précédents, est devenu plus abondant qu'il ne l'avait été jusque-là. Nos contrées ont vu se multiplier avec lui certains animaux également capables de résister aux frimas que l'Europe subissait: le Loup, le Blaireau, le Glouton, qui est l'ennemi le plus redoutable du Renne, le Castor, une grande variété ou espèce de Cerf que l'on a comparée au Wapiti du Canada, l'Élan, diverses sortes de Bœufs et d'autres animaux aujourd'hui refoulés dans les régions du Nord. Les grands Carnivores et les grands Pachydermes avaient dès-lors cessé d'exister.

Nous désignons cette nouvelle période par le nom d'âge ou *époque du Renne utilisé par l'homme*, parce qu'on a la preuve que sur presque tous les points où les ossements du Renne d'alors se sont conservés, ils por-

tent la trace de l'action de l'homme, et que les restes de ce dernier, aussi bien que ceux de son industrie commençante, s'observent dans des conditions de mélange intime et incontestable avec les fossiles de cette grande espèce de Ruminant, encore si utile aux habitants du cercle arctique.

Voilà la première apparition, jusqu'à ce jour bien constatée, de l'homme dans l'Europe centrale et méridionale ; ajoutons que la présence du Renne parmi les fossiles qui se sont alors déposés, avait été reconnue il y a déjà fort longtemps.

Guettard, savant naturaliste français du dernier siècle, avait reconnu, dès l'année 1762, que des ossements trouvés en abondance auprès d'Étampes, sa ville natale, étaient des ossements de Renne; et depuis lors il en a été signalé dans beaucoup d'autres localités. Cuvier a décrit des restes fossiles du même ruminant trouvés dans la caverne de Brengues (Lot), qui renferme aussi des débris du grand Cerf comparable au Wapit et même du Rhinocéros, mais ces os ne sont pas fracturés. Il y en a aussi dans la caverne de Balot, près Châtillon-sur-Seine (Côte-d'Or); M. Desnoyers en a signalé dans les brèches post-diluviennes des environs de Montmorency, et j'en ai indiqué à mon tour dans la caverne d'Aldène, près Cesséras (Hérault) et dans celle de Bize, la première renfermant de nombreux restes de l'Ours spéléen, la seconde remplie à une date moins ancienne, ainsi que je l'ai démontré ailleurs. Le Renne fossile a encore été constaté à Bruniquel (Tarn-et-Garonne), à Aurignac (Haute-Garonne), à Lourdes et aux Espelugues (Hautes-Pyrénées), aux Eyzies, dans les environs de Sarlat (Dordogne), etc.

A Bize, comme dans les cavernes de ces dernières localités, ses os ont présenté pour caractère d'être presque toujours fracturés de main humaine, et des bois travaillés ont été également retrouvés en grand nombre. En outre il est évident que les dépouilles de cette espèce que l'on a recueillies dans plusieurs autres gisements, ont été pareillement utilisées; mais toutes ne sont pas dans ce cas. Cependant on en a rencontré de telles, en Angleterre, en Belgique, en Allemagne et en Suisse, dans les cavernes. Ces ossements du Renne ont évidemment été brisés par la main de l'homme lorsqu'ils étaient encore frais, et c'est l'homme qui les a pour la plupart abandonnés dans les lieux où nous les observons maintenant.

Dans les gisements d'os concassés du Renne et dans tous ceux que nous

avons indiqués en France, d'après nos propres observations ou celles de divers auteurs, il a été recueilli de nombreux débris de l'industrie humaine: objets en os, bois de Renne travaillés, silex taillés, coquilles perforées, etc., mais sans mélange d'instruments faits en métal. Ni le fer, ni même le bronze n'étaient alors employés. Ce qui est surtout remarquable, c'est la présence, parmi tous ces objets, de quelques sculptures ébauchées, soit en os, soit sur des plaques de pierre. On y reconnait la figure du Renne, celle d'une sorte de Bouc ou du Bouquetin, et celle d'un Bœuf, sans doute le Bœuf primitif; mais nulle part l'Éléphant, le Rhinocéros, l'Hippopotame, non plus que les grands Carnassiers, n'y ont été représentés, ce qui n'aurait sans doute pas eu lieu si ces animaux avaient alors vécu et que les hommes eussent dû les combattre. Les hommes contemporains du Renne et des glaciers n'ont donc point fait la chasse à ces redoutables quadrupèdes, et l'on est par suite conduit à penser que les grandes espèces avaient déjà péri pour la plupart lorsque les mêmes hommes habitaient nos régions[1].

La grotte de Bize, dont nous avons particulièrement suivi les fouilles et décrit les produits, est remarquable en ce sens qu'il n'y a été recueilli aucun reste de Mammifères d'espèces perdues, le Bœuf primitif excepté, et que les débris du Renne y sont associés à des ossements humains, à des couteaux en silex taillé, à des bois de Renne travaillés, à des pointes en os fort analogues à celles découvertes dans d'autres cavernes, ainsi qu'à des coquilles marines ayant servi d'ornements.

Antérieurement à plusieurs des découvertes que nous venons de signaler, il avait été fait mention de débris du Renne, également travaillés par l'homme, que l'on avait trouvés en Auvergne. La première indication en est due à feu Bravard, très-habile paléontologiste de ce pays. M. Pomel y a fait allusion dans les termes suivants, dans l'un de ses ***Mémoires sur les fossiles du bassin de l'Allier***. «Enfin, nous terminerons en rappelant que ces atterrissements renferment des bois de Renne qui semblent avoir été travaillés par la main des hommes, et qu'on trouve parfois avec eux des silex cultri-

[1] Il convient cependant de rappeler ici que l'Éléphant primitif et le Rhinocéros tichorhine avaient le corps couvert de longs poils, et qu'ils pouvaient, sans doute, supporter des températures assez basses. De nos jours le Tigre et l'Once, animaux d'Asie, s'observent dans des parties assez froides de ce continent.

formes, mais jamais de poteries, même les plus grossières, et pas certainement encore des débris humains enfouis avec eux.»

On ne saurait en douter, le Renne et l'homme ont vécu simultanément dans nos pays; mais comment expliquer l'abondance de tous ces débris fragmentés ou taillés d'un grand quadrupède dont l'espèce n'habite plus que dans les régions les plus septentrionales, *in partibus aquilonis, versus polum arcticum et etiam in partibus Norwegiæ et Sueviæ,* comme le disait déjà Albert-le-Grand, mort en 1280? Ainsi que nous l'avons précédemment établi, les temps où vivaient ces animaux, dont l'homme a su tirer parti, sont antérieurs à ceux où les Romains, et certainement aussi les Phocéens, ainsi que les Phéniciens, se sont montrés sur la terre des Ligures et des Celtes, et il est probable que des peuples de mêmes races que ceux du nord ont utilisé dans nos régions ces troupeaux de Rennes dont les dépouilles osseuses, conservées dans le sol, sont devenues de précieux documents intéressant non-seulement l'histoire naturelle, mais aussi l'histoire proprement dite. Une étude plus complète de ces anciens débris ne manquera d'étendre les horizons que l'histoire a jusqu'ici embrassés.

Comme le font encore les peuples à demi-sauvages des régions septentrionales qui se servent du Renne, les hommes primitifs cassaient les os longs qui sont remplis de moelle, pour en retirer cette substance. Cet usage s'est prolongé après l'époque du Renne, et nous retrouvons des os brisés de la même manière dans plusieurs des cavernes où l'homme a eu accès et qui lui ont servi de séjour. Les os enfouis dans le *Kjoekkinmædings* du Danemark et de la Suède montrent aussi ce caractère, et on l'a également constaté sur les os qui ont été extraits des dépôts qui sont contemporains des habitations lacustres de la Suisse, particulièrement sur ceux du Bœuf primitif.

Il paraîtra sans doute peu étonnant, après la lecture des détails consignés dans ce quatrième paragraphe, de nous voir conclure que les hommes et les animaux auxquels ces détails se rapportent, n'ont pas vécu à une époque aussi reculée qu'on a été quelquefois tenté de le supposer. Les arguments qu'on avait tirés des fossiles humains et des instruments de l'industrie primitive, extraits de la caverne de Bize et des cavernes analogues, en faveur de la haute ancienneté de l'homme et de sa coexistence avec les grands animaux d'espèces éteintes, ont dû être abandonnés, et la présence du Renne

dans les conditions que nous venons de décrire, n'est pas davantage une preuve de cette ancienneté géologique.

L'association de restes humains avec les os concassés du Renne, dans plusieurs parties de l'Europe centrale et méridionale, prouve seulement que, à une certaine époque, époque assez éloignée, il est vrai, pour que l'histoire n'en ait pas recueilli le souvenir, il y avait jusque sur les bords de la Méditerranée des hommes qui se servaient du Renne comme le font à présent les peuplades les plus rapprochées de la mer Glaciale, les Lapons, et tant d'autres dont la race est différente de la nôtre. Peut-être ces anciens habitants de l'Europe méridionale et centrale se sont-ils retirés devant la venue de populations nouvelles qui, si barbares qu'elles fussent d'abord, leur étaient supérieures en force, en intelligence et en civilisation. Cette retraite, dans laquelle ils auraient été suivis par leur animal de prédilection, le Renne, semble avoir coïncidé avec l'époque où les glaces, dont l'Europe fut longtemps couverte après la cessation des phénomènes diluviens, avaient presque partout disparu dans les régions peu élevées, et ne persistaient plus, comme cela a lieu de nos jours, que sur les hauts sommets des grandes chaines de montagnes. Elle répondrait au moment où une température plus douce a remplacé dans nos contrées les frimas, que préfèrent et le Renne et les races d'hommes aujourd'hui reléguées dans les régions polaires[1].

§ 5.

Époque des habitations lacustres et derniers temps de l'âge de la pierre.

Par suite des changements survenus dans la climatologie générale de nos régions et des parties avoisinantes, en Asie et en Afrique, les pluies torrentielles des âges précédents ne se sont plus reproduites, et les glaciers n'ont plus eu l'extension que nous avons précédemment signalée. Aux périodes diluvienne et glaciaire a succédé une distribution régulière des saisons, peu différente sans doute de celle que nous avons encore.

Le climat de l'Europe, aussi bien que sa population animale, devinrent

---

[1] Ces remarques sont empruntées au mémoire que M. Brinckmann et moi avons publié dans ce recueil, sur la Caverne de Bize.

ainsi plus semblables à ce qu'ils sont maintenant. Une élévation de quelques degrés dans la température moyenne a pu suffire pour opérer cette transformation.

D'immenses forêts ont alors couvert la plus grande partie du sol, mais en beaucoup d'endroits les hommes ont également eu les cavernes pour habitation, et pour sépulture. Ils trouvaient aussi des abris sous une robuste végétation; ou bien encore, comme on en reconnait des traces dans le Jura, en Savoie, en Suisse et dans la Vénétie, par exemple, ils construisaient sur les grands lacs des habitations qui leur offraient une sûre défense contre les peuplades hostiles ou les animaux carnassiers, tels que les Loups, les Ours de l'espèce ordinaire, et quelques autres animaux, il est vrai moins redoutables que ne l'eussent été les grands Carnivores diluviens, mais qui étaient devenus fort nombreux.

Parmi les espèces alors plus répandues qu'elles ne le sont aujourd'hui, il faut également citer le Castor[1], le Sanglier, le Cerf, etc., qui pullulaient dans un grand nombre de localités d'où ils ont disparu depuis ce temps. Il y avait aussi dans beaucoup de lieux de grands Bœufs, l'Aurochs (*Bos urus*; le même que le *Bos priscus* des dépôts plus anciens) et le Bœuf primitif (*Bos primigenius*), dont il a déjà été fait mention dans ce travail.

A cette époque, l'homme était d'ailleurs en possession du Cheval, comme il l'avait été durant l'âge glaciaire; il possédait en outre le Bœuf proprement dit (*Bos taurus*), le Cochon, le Chien, la Chèvre, le Mouton. C'est le moment où s'est opérée l'extension en Europe des peuples originaires de l'Asie centrale appelés les Aryas.

L'usage des métaux ne s'était pas encore répandu, et parmi les débris qui caractérisent ces temps reculés, on trouve, comme précédemment, de nombreux silex taillés. Ils sont associés à des haches en jade poli, en néphrite, etc., et l'on observe aussi parmi les débris qui remontent aux mêmes temps, des os de Ruminants et d'autres animaux travaillés en forme de poinçons, des bases de bois de Cerfs ayant servi d'emmanchures pour ces haches, et beaucoup d'autres objets dont la description est particulièrement due aux archéologues suisses, MM. Keller, Troyon, Morlot, etc.

---

[1] Nous avons trouvé des restes fossiles du Castor dans la grotte du Pontil, près Saint-Pons.

Le point de départ de ces nouvelles découvertes a été la découverte faite par M. Keller, pendant l'hiver de 1853 à 1854, des habitations lacustres de Meilen, sur les bords du lac de Zurich. Elles ont été poursuivies avec succès en d'autres lieux par M. Wilde, de l'Académie de Dublin, par M. Steenstrup, de celle de Copenhague, et par divers savants distingués, zoologistes, géologues et archéologues.

Nous avons, dans le midi de la France, des cavernes qui renferment des débris analogues à ceux que l'on retire des anciennes habitations lacustres de plusieurs parties de l'Europe, et, dans le mémoire que j'ai présenté à l'Académie des sciences en février 1864, j'ai déjà fait remarquer qu'il en était particulièrement ainsi pour la grotte du Pontil, près Saint-Pons (Hérault). De nouvelles fouilles n'ont fait que confirmer ce premier aperçu, en ce qui concerne les instruments de fabrication humaine, presque tous fort semblables à ceux de la Suisse, ainsi que des autres stations lacustres, et la liste des espèces animales enfouies au Pontil, dans les mêmes couches que l'homme, présente à son tour beaucoup d'analogie avec celle des localités décrites par M. Rutimeyer. C'est ce que je chercherai à démontrer dans un travail particulier, dont j'ai déjà communiqué les résultats principaux à la Société archéologique de Montpellier.

Nos provinces méridionales fournissent d'autres exemples de cavernes renfermant des débris contemporains des habitations lacustres de la Suisse. La belle grotte dite *Aven Laurier*, située à La Roque, auprès de Ganges (Hérault), me paraît être dans ce cas, et il en est sans doute ainsi de celle de Saint-Jean d'Alcas (Aveyron), qui a été explorée par MM. Reynès et Paul Cazalis. C'est aussi à l'époque des habitations lacustres qu'ont été remplies certaines cavernes de la vallée de Tarascon (Ariége), dont MM. Garrigou et H. Filhol ont entretenu l'Académie des sciences de Paris, il y a quelque temps. Enfin, je suis tenté de rapporter à une date peu différente la sépulture antique découverte, vers la fin de 1863, entre Baillargues et Castries (Hérault), et sur laquelle j'ai publié une note insérée la même année dans le *Bulletin des sociétés savantes*. Je ne citerai ici, parmi les objets d'archéologie trouvés à Baillargues, que les petits disques calcaires ayant servi à faire des colliers, et analogues à ceux recueillis à Aurignac, que cette excavation renfermait par centaines.

CONCLUSIONS.

Cuvier, qui a apporté tant de preuves à l'appui de la théorie des créations multiples et successives, invoque néanmoins le système des migrations lorsqu'il veut expliquer comment a eu lieu le renouvellement de faunes qui ont apparu à la surface du continent européen, depuis l'époque des grands Reptiles jusqu'à celles où les Lophiodons et les Paléothériums, les Mastodontes et les Mammouths, et enfin l'homme et ses animaux domestiques, ont apparu dans nos contrées.

Il admet que les différentes espèces propres à celles de ces populations que les révolutions du globe ont tour à tour anéanties, venaient peut-être de pays éloignés où leurs races auraient été précédemment cantonnées.

«Lorsque je soutiens, dit-il, que les bancs pierreux contiennent les os de plusieurs genres, et les couches meubles ceux de plusieurs espèces qui n'existent plus, je ne prétends pas qu'il ait fallu une création nouvelle pour produire les espèces aujourd'hui existantes ; je dis seulement qu'elles n'existaient pas sur les lieux où on les voit à présent, et qu'elles ont pu y venir d'ailleurs. »

Cette supposition ne saurait être adoptée lorsqu'il s'agit des animaux propres aux anciens âges géologiques. Les observations de Cuvier lui-même (et ces observations ont été confirmées par celles que MM. Agassiz, D'Orbigny, Owen, Milne Edwards et moi, avons plus récemment faites sur les principales classes du règne animal), montrent bien que les nouvelles apparitions d'êtres vivants ne peuvent être expliquées par de simples migrations ; et si j'emploie de préférence à tout autre le mot de *créations*, pour exprimer l'ordre suivant lequel les diverses apparitions d'êtres organisées ont eu lieu, c'est parce qu'il rend mieux compte de la multiplicité de ces apparitions, et qu'il exclut toute idée de filiation généalogique entre les espèces précédemment existantes et celles qui leur ont succédé. La botanique est ici d'accord avec la zoologie pour appuyer cette interprétation, et les beaux travaux de M. Adolphe Brongniart sur les anciennes flores du globe, ont même le mérite d'avoir guidé plus d'une fois les zoologistes et les géologues dans leurs recherches sur la chronologie de plusieurs faunes antérieures à la période quaternaire.

Cependant la théorie des migrations est à son tour plus en rapport avec les faits lorsqu'on l'applique, comme Cuvier proposait de le faire pour les parties centrales de l'Europe, « à l'âge où l'espèce humaine, aidée de quelques animaux domestiques, domine et féconde paisiblement la terre ».

Nous avons en effet constaté l'absence, dans les terrains inférieurs au diluvium, de tout débris et de toute trace susceptible d'être attribués à notre espèce; et quoique plusieurs raisons nous portent à admettre que l'homme existait déjà du temps des grandes espèces que le cataclysme glaciaire a fait disparaître, le diluvium européen lui-même, ainsi que le sol ancien des cavernes qui en est contemporain, n'a encore fourni que des preuves contestables de la présence du genre humain dans nos régions aux temps auxquels ce dépôt remonte.

L'âge du Renne, tel que nous l'avons défini, nous fournit la plus ancienne trace jusqu'à ce jour évidente de la présence de notre espèce dans les parties centrales de l'Europe, les seules que l'on ait encore étudiées avec quelque soin sous ce rapport; les principales espèces de Mammifères domestiques semblent n'avoir été amenées chez nous que postérieurement à ces premières migrations humaines.

La découverte, aujourd'hui bien constatée, des ossements de l'homme associés à ceux du Renne, dans certaines cavernes et dans les atterrissements supérieurs propres aux parties centrales et méridionales de l'Europe, fait remonter l'existence du genre humain, sur ce continent, à une date plus reculée qu'on ne l'avait d'abord supposé; elle ne prouve nullement que dans les mêmes régions il ait vécu à l'époque immédiatement antérieure que, d'après les géologues, nous avons appelée l'*époque diluvienne*. En effet, lorsque le Renne était ainsi répandu jusque sur les bords de la Méditerranée et utilisé par une race différente de la nôtre, les grands Carnivores et les grands Pachydermes n'existaient déjà plus. Ce même Renne, bien qu'anéanti chez nous, a persisté dans les régions polaires, où il est encore employé à des usages rappelant ceux auxquels il a sans doute servi dans ces temps reculés.

Après les hommes qui ont utilisé le Renne, nos contrées, soustraites aux températures rigoureuses qu'elles avaient subies pendant un certain temps, ont vu arriver d'autres hommes, sans doute différents des précédents par leur race, et ceux-ci ont amené avec eux les principaux animaux domes-

tiques. De ces nouvelles populations humaines descendent la plupart des habitants actuels de l'Europe centrale et méridionale, et leur ancienne apparition nous rapproche des temps historiques. Nous devions donc nous borner, dans ce travail, à rappeler sommairement les découvertes auxquelles ont donné lieu les plus anciens débris de cette nouvelle période que l'on fait remonter à l'époque des habitations lacustres, mais dont les cavernes nous fournissent aussi des traces. D'ailleurs, les questions qui s'y rattachent sont autant du ressort de l'archéologie que de celui de la paléontologie véritable.

Après avoir résumé ses recherches sur les ossements fossiles appartenant aux grands animaux de la période diluvienne, Cuvier s'est demandé : « Où donc était alors le genre humain? » On ne saurait nier que, scientifiquement, cette question ne soit jusqu'ici restée sans réponse.

En effet, il n'a été trouvé nulle part, ni en Europe ni ailleurs, dans ces dépôts si étendus, et par endroits si puissants, qui remontent aux premiers temps de la période quaternaire, aucun fossile humain que l'on puisse regarder avec certitude comme en étant contemporain, quoique presque partout ces dépôts renferment des débris des espèces encore existantes, associés à ceux des grandes espèces éteintes; et cela dans le nord de l'Asie aussi bien que dans l'Afrique septentrionale, dans les deux Amériques, à Madagascar, et jusque dans l'Australie ou dans la Nouvelle-Zélande.



RÉSUMÉ

DES

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MONTPELLIER

PENDANT L'ANNÉE 1864;

Par M. Edouard ROCHE.

Nous avons suffisamment indiqué dans les Résumés précédents comment se font ces observations. Nous nous contenterons aujourd'hui de donner des tableaux au moyen desquels il sera facile de comparer l'année 1864 aux années précédentes.

Baromètre.— La plus grande hauteur observée a été $769^{mm},5$, le 19 janvier à midi. — La plus petite hauteur $734^{mm},9$, le 27 mars à quatre heures du soir; et $734^{mm},5$, le 26 octobre à deux heures du soir.

Le baromètre s'est tenu cette année un peu au-dessous de la moyenne. Cela tient particulièrement aux mois de février, mars, octobre et décembre. Le premier a été signalé par deux chutes de neige considérables, la fin de mars par des ouragans et de grandes pluies, les deux autres mois par des pluies extraordinaires.

La hauteur barométrique moyenne, résultant de nos huit ans d'observations, est environ $756^{mm},7$, ce qui donne 762,3 au niveau de la mer, eu égard à l'altitude de notre observatoire qui est de $58^{m},7$.

Voici le tableau des moyennes annuelles, barométriques et thermométriques, depuis 1857.

ANNÉES.	HAUTEUR MOYENNE DU BAROMÈTRE.			TEMPÉRATURE moyenne.
	8 h. du matin.	Midi.	4 h. du soir.	
1857	757,24	756,99	756,32	14°,08
1858	57,03	56,64	56,00	14,55
1859	57,48	57,20	56,52	15,09
1860	55,85	55,59	54,99	13,55
1861	57,60	57,41	56,67	14,90
1862	56,81	56,57	55,95	14,97
1863	58,49	58,25	57,54	15,27
1864	56,60	56,31	55,58	14,62
Moyenne.	757,14	756,87	756,20	14,63

Thermomètre. — La température moyenne de l'année, conclue de la demi-somme du maximum et du minimum de chaque jour, a été 14°,6, c'est-à-dire, précisément égale à la moyenne des huit dernières années. Comparons maintenant les températures des diverses saisons.

ANNÉES.	TEMPÉRATURE MOYENNE.			
	Hiver.	Printemps.	Été.	Automne.
1857	5,8	12,3	22,8	15,4
1858	5,6	14,0	22,3	15,2
1859	6,8	14,3	24,5	15,8
1860	5,4	12,5	21,4	14,3
1861	6,7	14,1	22,8	15,6
1862	7,2	15,4	22,5	14,9
1863	7,4	14,6	24,1	15,1
1864	5,5	15,0	23,7	14,6
Moyenne.	6,3	14,0	23,0	15,1

D'après l'usage actuel, nous formons l'hiver des mois de décembre, janvier et février, et ainsi de suite.

L'hiver a été froid : c'est, après 1860, le plus froid des huit ans. Le printemps a été chaud, mais un peu moins que celui de 1862. La température de l'été s'est élevée aussi au-dessus de la moyenne. L'automne est resté au-dessous.

ANNÉES.	JOURS de gelée.	JOURS au-dessus de 30°.	JOURS de neige.	JOURS d'orage.
1857	32	31	3	15
1858	32	46	1	11
1859	28	50	1	13
1860	27	17	4	9
1861	18	40	1	9
1862	15	27	0	14
1863	6	52	1	14
1864	32	52	3	6
Moyenne.	24	39	2	11

Il y a eu dans l'année trente-deux jours de gelée, savoir : onze en janvier, douze en février et neuf en décembre. Ces nombres se rapportent à la Faculté des sciences. Hors de la ville, le nombre des jours où il y a eu de la glace ou de la gelée blanche, a dû être bien plus considérable ; car la différence entre les minima de température de la ville et de la campagne peut atteindre 2 et jusqu'à 3 degrés.

La température la plus basse a eu lieu le 5 janvier au matin, c'est — 9°,3. Le jour le plus froid a été le 4 janvier, avec une température moyenne de — 5°. Il a gelé toute la journée. La température moyenne du jour est restée au-dessous de zéro les 3, 4 et 5 janvier, les 8, 9 et 10 février, et le 20 février. Ce sont les trois périodes de froid de l'hiver 1864. Dans chacune d'elles, il est tombé de la neige.

Le 6 janvier, de neuf heures à midi, grésil et neige qui a persisté jusqu'au lendemain. — Le 10 février, à partir de quatre heures du soir et dans la nuit, il est tombé une couche de neige de 10 à 12 centimètres d'épaisseur,

qui a persisté jusqu'au 13. — Le 20, de grand matin et jusqu'au lendemain onze heures, neige : épaisseur, 15 à 20 centimètres, suivant l'exposition. Elle a persisté jusqu'au 24, bien qu'il ait plu. Aux environs, surtout dans la direction de l'ouest, il en est tombé encore davantage.

La fin de mars a été remarquable par des vents violents et de fortes pluies. — Le mois d'avril n'a pas donné une goutte d'eau. — La seconde moitié de mai a été très-chaude. — L'été sec et chaud.

Les chaleurs de l'été n'ont pas atteint celles de 1859 ou même de 1863 ; mais elles ont commencé de bonne heure et se sont beaucoup prolongées. Le thermomètre, comme l'année dernière, est monté cinquante-deux fois au-dessus de 30°.

La plus haute température observée est 36°,2 le 7 août. Les jours les plus chauds ont été les 30 et 31 juillet, les 1er, 5, 7, 8 et 9 août, où la température moyenne a dépassé 28°. — Cette température moyenne s'est maintenue à 25° ou au-dessus, du 19 au 20 mai, du 21 au 22 juin, du 11 au 18 juillet, du 20 juillet au 9 août, le 18 et le 23 août, et encore le 8 septembre : en tout, 36 jours.

État du ciel. — On a compté, en 1864, 172 jours où le ciel a été beau, 105 nuageux et 89 couvert. — Le nombre des jours où il a plu a été 98 ; mais le nombre des jours réellement pluvieux n'a été que de 61.

ANNÉES.	NOMBRE DES JOURS			JOURS de pluie.	PLUIE en millimèt.
	Beaux.	Nuageux.	Couverts.		
1857	161	98	106	92	1247
1858	196	99	70	77	645
1859	175	110	80	73	506
1860	148	128	90	90	1006
1861	189	97	79	68	842
1862	176	110	79	86	1299
1863	195	95	75	78	853
1864	172	105	89	98	1037
Moyenne.	177	105	83	83	929

Pluie. — Le pluviomètre est placé sur le toit de la salle d'observation, à une hauteur de 14 mètres au-dessus de la place de la Canourgue, ou à l'altitude de 63 mètres. Il a la forme d'un entonnoir, et l'eau s'écoule dans la salle au-dessous, où elle est reçue dans un réservoir et mesurée à l'aide de vases jaugés. L'ouverture du pluviomètre étant un cercle d'un mètre carré, chaque litre d'eau recueillie correspond à une couche d'un millimètre de hauteur.

La quantité de pluie tombée en 1864 a dépassé notablement la moyenne; elle est de $1^m,037$, dont plus des trois quarts proviennent des mois de mars, octobre et décembre. Ces trois mois ont donné 126, 344 et 316 millimètres; la pluie de décembre est surtout extraordinaire, parce que ce mois n'est pas ordinairement très-pluvieux. Les autres mois ont été secs, et le mois d'avril sans pluie.

Voici la répartition des jours de pluie par saisons:

ANNÉES.	JOURS DE PLUIE.			
	Hiver.	Printemps.	Été.	Automne.
1857	27	23	11	33
1858	26	18	8	27
1859	18	24	10	18
1860	25	18	14	30
1861	29	17	9	18
1862	18	24	12	32
1863	17	26	9	26
1864	25	19	11	34
Moyenne.	23	21	11	27

Certains jours ont été remarquables par de grandes chutes d'eau. Du 20 au 21 mars il est tombé 50 millimètres de pluie; — le 27 mars, 42 millimètres; — pendant l'orage du 2 octobre, 190 millimètres, et à l'École normale, 239; — le 26 octobre, 42 millimètres; — du 10 au 12 décembre, 150 millimètres, et du 14 au 15 décembre, 117 millimètres.

On sait que la quantité de pluie dépend, plus encore que la température, de la station où l'on se place pour la mesurer. Dans une même localité, l'eau recueillie est en général d'autant moindre que le pluviomètre est plus élevé. Aussi avons-nous, à la Faculté des sciences, des quantités de pluie inférieures à celles du Jardin des Plantes ou de l'École normale.

QUANTITÉ DE PLUIE EN MILLIMÈTRES.					
1864	FACULTÉ des Sciences.	ÉCOLE Normale.	1864	FACULTÉ des Sciences.	ÉCOLE Normale.
Janvier....	38,6	36,5	Juillet....	6,0	3,0
Février....	57,5	84,0	Août.....	2,0	8,0
Mars.....	125,9	141,0	Septembre.	30,5	30,0
Avril.....	0,0	0,0	Octobre...	343,5	403,0
Mai......	23,1	22,0	Novembre.	58,6	74,6
Juin......	33,0	38,9	Décembre..	316,0	363,8
			TOTAL........	1036,7	1204,8

Les différences sont, comme on voit, très-notables; elles sont tantôt dans un sens tantôt dans l'autre pour les petites pluies; mais dans les grandes pluies l'avantage est toujours en faveur de l'École normale, de sorte que le total se trouve, cette année, à l'École normale, supérieur de 168 millimètres, ou de un septième, à celui de la Faculté. Le pluviomètre de l'École normale est à l'altitude de 29m,8, par conséquent 33 mètres plus bas que le pluviomètre de la Faculté des sciences.

Arago (*Annuaire de* 1836, pag. 302) attribue cette influence de la hauteur sur la quantité de pluie reçue dans le récipient, à ce que les gouttes d'eau en tombant augmentent de dimension, par la précipitation d'humidité qui s'opère à leur surface, à mesure qu'en descendant de la région froide où elles ont pris naissance, elles traversent les couches atmosphériques de plus en plus chaudes qui avoisinent la terre.

On a aussi proposé une autre explication fondée sur la direction plus ou moins inclinée des gouttes d'eau dans leur chute. Si elles tombent oblique-

ment, la quantité d'eau reçue correspond à un cylindre oblique dont la section droite, et par conséquent le volume, est d'autant plus petit que l'obliquité est plus grande. Le pluviomètre le plus élevé reçoit moins d'eau, parce que les courants d'air y agissent plus librement pour incliner la direction des gouttes d'eau. Dans le voisinage du sol, au contraire, leur chute approche plus d'être verticale, et un pluviomètre égal en recevra davantage.

Quelle que soit l'explication qu'on adopte, il est toujours certain que deux récipients identiques, placés à diverses hauteurs, reçoivent des quantités d'eau très-différentes; et l'on comprend avec quelle réserve il faut comparer les observations d'une localité, faites avec des instruments différents et souvent même inconnus.

Phénomènes accidentels. — Il est tombé de la neige le 6 janvier, le 10 et le 20 février. — Il a fait six orages, dont deux seulement, le 2 et le 27 octobre, ont été considérables. L'orage du 2 octobre a commencé à trois heures du soir et a duré douze heures[1]. Deux hommes sont morts foudroyés, il y a eu plusieurs blessés. La grande pluie a occasionné des inondations dans les quartiers bas de la ville.

---

[1] Le dimanche 2 octobre, un orage accompagné de violents coups de tonnerre a éclaté sur Montpellier; en quelques instants les rues ont été inondées. Vers quatre heures, la foudre est tombée sur la campagne Laissac, à deux kilomètres de la ville, sur la route de Toulouse, et a tué un jeune homme de seize ans couché dans son lit pour une indisposition qui l'y retenait depuis quelques jours. Il a été probablement asphyxié, car on n'a constaté sur son corps aucune lésion. Dans la même chambre se trouvaient sa mère et trois jeunes camarades qui étaient venus le voir. La foudre paraît être entrée par un trou qu'elle a fait au mur, au-dessus de la fenêtre d'une chambre voisine où il n'y avait personne. Toutes les vitres de cette fenêtre ont été brisées, et la partie du plafond supérieure au trou a été endommagée. Un des jeunes gens a eu une plaie contuse au pied, un autre a été brûlé au bras; le troisième a eu sur diverses parties du corps, et notamment sur le dos, des brûlures dont la suppuration a duré près d'un mois. Ses vêtements ont été mis en lambeaux, le paletot et le pantalon déchirés ou plutôt déchiquetés, un bas fendu du haut en bas et la partie antérieure disparue; la chemise seule présente des traces de brûlures. La mère, qui était au-dessous de la fenêtre par où la foudre est sortie, a eu la jambe gauche meurtrie et brûlée comme par des gouttes d'eau bouillante.

Le soir, entre sept et huit heures, au moment où les coups de tonnerre se succédaient presque sans interruption, un cultivateur de soixante ans était attablé avec sa femme au premier étage d'une petite maison située dans le faubourg Figuairolles. La foudre tombant

Hygromètre. — Voici quels ont été les jours de plus grande sécheresse. Le 7 avril, 4 heures du soir, état hygrométrique, 0,325; — 30 avril, 4^h, 0,298; — *id.*, 4^h 30′, 0,285; — 1er mai, 4^h, 0,327; — 24 mai, 3^h 30′, 0,275; — *id.*, 4^h, 0,299; — 27 mai, 2^h, 0,283; — *id.*, 4^h, 0,294.

Vent. — Les vents du nord ont été plus fréquents que les vents du sud dans le rapport de 12 à 5. Les vents d'est plus fréquents que les vents d'ouest dans le rapport de 5 à 4.

---

sur le toit y fit trois larges trouées, et l'homme frappé à la tête fut tué raide; sa femme placée auprès de lui ne reçut aucune atteinte. Après avoir percé le plancher, la foudre descendit dans une écurie, au rez-de-chaussée, où se trouvaient côte à côte un cheval et un un âne. Le cheval fut tué, l'âne n'eut pas de mal.

La foudre est aussi tombée, dans le même faubourg, sur la maison de Reynes, tuilier; mais tout s'est borné là à des dégâts matériels peu importants. (*Messager du Midi.*)

NOTE

SUR

UN PHÉNOMÈNE D'OBSCURCISSEMENT DU SOLEIL

DU A UN BROUILLARD SEC,

Par M. Édouard ROCHE.

Un Mémoire récent[1] de M. Ch. Deville, sur les perturbations régulières de la température à certaines époques de l'année, et sur la coïncidence de ces perturbations avec les apparitions d'astéroïdes, a ramené l'attention vers un sujet qui déjà, il y a vingt-cinq ans, avait préoccupé les savants et donné lieu à un grand nombre de dissertations. Je veux parler de la périodicité des étoiles filantes, et de leur influence possible sur les phénomènes météorologiques qui s'accomplissent dans notre atmosphère. Parmi les questions soulevées à cette époque, quelques-unes sont aujourd'hui éclaircies, mais plusieurs attendent encore une solution satisfaisante. Tels sont les phénomènes d'obscurcissement du soleil souvent désignés aujourd'hui par le mot *offuscations*, c'est-à-dire ces affaiblissements passagers de la lumière solaire, que l'on trouve mentionnés dans quelques historiens.

Les faits rapportés sous ce nom peuvent être rangés en quatre catégories : 1° quelques-uns ne sont autre chose que des éclipses ordinaires; 2° dans

[1] Des perturbations périodiques de la température, par M. Ch. Sainte-Claire Deville. (*Comptes rendus de l'Acad. des sciences*, tom. LX, pag. 577 et 696.)

certains cas, des taches considérables peuvent avoir obscurci une partie du disque solaire; 3° d'autres fois la diminution d'éclat du soleil résulte d'un assombrissement général auquel les autres astres participent; 4° plus rarement enfin, le soleil étant seul obscurci, des étoiles seraient, dit-on, devenues visibles en plein midi.

Une discussion attentive et minutieuse est nécessaire pour distinguer et apprécier ces différents ordres de phénomènes; sans quoi l'on s'expose à mettre au nombre des offuscations, des faits apocryphes ou sans importance. C'est ainsi que le catalogue de M. de Humboldt (*Cosmos*, tom. III, pag. 670) renferme sept éclipses de soleil parfaitement avérées. De même, sur les quatre faits présentés par M. Erman (de Berlin) comme incontestables [1], l'un est une apparition de bolides pendant le jour, deux sont certainement des éclipses, un seul est réellement une offuscation.

On a proposé diverses explications pour rendre compte de ces obscurcissements passagers de la lumière solaire. Képler pense qu'une matière cosmique ou cométaire pourrait passer entre la terre et le soleil, et nous intercepter une partie de ses rayons. Pour Chladni, c'est un essaim d'astéroïdes qui vient ainsi occulter le disque solaire. Telle est également l'opinion que M. Erman soutient dans le Mémoire déjà cité. En France, M. Petit s'est

---

[1] Ces quatre cas d'offuscation cités par M. Erman (*Comptes rendus de l'Acad. des sciences*, tom. X, pag. 22, et tom. XII, pag. 902) auraient eu lieu le 12 février 1106, le 28 février 1206 ou 1208, du 23 au 25 avril 1547, et le 12 mai 1706.

La première date est celle du phénomène suivant, observé à Bari (en Italie); « Stellæ visæ sunt in cœlo per diem, nunc quasi inter se concurrentes, nunc quasi in terram cadentes. » Cela ne prouve pas du tout que le soleil ait été obscurci : il y a bien d'autres exemples de comètes, bolides ou météores vus de jour, par un beau soleil.

Le second phénomène est manifestement l'éclipse du 28 février 1207, observée en Espagne, en Italie, en France, et qui est rapportée par les chroniques du temps au 28 février 1206, parce que l'année commençait alors le 25 mars et non le 1er janvier.

A la troisième date se rapporte une offuscation bien certaine, mais dont les détails sont controversés. Nous l'étudierons dans un autre travail.

Enfin, le 12 mai 1706 est le jour de l'une des plus célèbres éclipses totales de soleil : elle fut observée à Montpellier par Plantade et Clapiès, qui nous en ont laissé une belle description.

efforcé de faire prévaloir cette explication, en la rattachant à une influence présumée des étoiles filantes sur la température à certaines époques de l'année; et M. Ch. Deville semble l'adopter.

Mais l'on peut aussi considérer les offuscations comme ayant une origine purement atmosphérique, et les rattacher au phénomène connu des météorologistes sous le nom de *brouillard sec*.

Si en effet l'on étudie avec soin, et dans toutes leurs circonstances, ces affaiblissements de l'éclat du soleil, on reconnaît qu'ils présentent sans exception certains caractères communs. Le soleil devient triste et pâle, sans rayons comme la pleine lune à son lever, ou comme un globe de feu. Sa couleur est rouge de sang; il n'envoie que peu de chaleur, et sa lumière n'a plus d'éclat.

Or ces apparences sont précisément celles que l'on constate dans cet état particulier de l'atmosphère qu'on appelle brouillard sec, et dont le type nous est fourni par le fameux brouillard de 1783. Il est donc permis de supposer que les offuscations ont une origine analogue, et que ces altérations dans l'aspect ordinaire du soleil résultent d'un trouble passager ou d'un défaut de transparence de l'air, dont la cause première est encore inconnue.

Ce phénomène n'est, du reste, pas aussi rare qu'on le croit généralement; mais il se manifeste d'ordinaire sous de faibles proportions, et passe souvent inaperçu. Peut-être importe-t-il de noter même ces offuscations imparfaites: c'est dans ce but que je rappellerai ici un fait de ce genre, arrivé le 14 juillet 1863, et décrit[1] par M. Ch. Dufour, professeur à Morges (canton de Vaud). M. Dufour se range à l'opinion de ceux qui ont attribué cette sorte de brouillard à la fumée rejetée par les volcans, et il fait observer qu'à cette époque il y eut de fortes éruptions des volcans italiens. Quant à nous, notre unique but est ici de rapprocher ce phénomène de celui des offuscations, pour faire ressortir leurs points de ressemblance, en mettant de côté, pour le moment, toute hypothèse sur leur origine.

---

[1] Note sur le brouillard sec de juillet 1863. (*Bulletin de la Société vaudoise des sciences naturelles*, nº 52.)

Le 14 juillet 1863, le ciel, un peu vaporeux le matin, à Morges, le devint de plus en plus pendant la journée ; le soleil était de moins en moins brillant. A 6ʰ 20ᵐ, cet astre, encore à 13° au-dessus de l'horizon, pouvait être contemplé à l'œil nu : il paraissait d'un rouge vif, entouré d'un mince cercle lumineux. — En ce moment, de Morges on distinguait à peine les montagnes de la Savoie, distantes seulement de 15 à 20 kilomètres, et tous les objets plus éloignés étaient cachés par cette espèce de brouillard. A 6ʰ 30ᵐ, le soleil ne projetait presque aucune ombre. A 7ʰ 15ᵐ, il n'en projetait plus du tout ; à une hauteur de quatre degrés et demi, son globe lumineux paraissait d'un rouge de sang, on pouvait le fixer sans fatigue : il ressemblait à la pleine lune à son lever. — Peu après, quand le soleil disparut derrière les cimes du Jura, l'éclat en était si affaibli, que son disque rouge foncé se distinguait à peine des régions voisines du ciel. — Le soir, à 9ʰ 30ᵐ, on ne pouvait distinguer les étoiles que dans le voisinage du zénith ; on apercevait encore Wéga à une hauteur de 71° et Arcturus à 46° ; mais on ne voyait ni Jupiter à une hauteur de 17°, ni Vénus à 4°. — Les voyageurs qui se trouvaient, le 14 juillet, sur le Righi, virent l'éclat du soleil diminuer graduellement. Cet astre n'apparaissait plus que comme une tache rouge d'une teinte très-faible ; puis il disparut comme s'il s'était couché dans l'air. — Depuis lors, le brouillard a encore été visible plusieurs jours. Le soleil était sans éclat le matin et le soir, mais à un moindre degré que le 14. Ainsi cette espèce de fumée dans l'atmosphère diminua peu à peu, et dans les premiers jours d'août elle était devenue presque insensible.

Ce remarquable phénomène n'a pas été simplement local, car je l'ai observé moi-même à Montpellier, où il fut sensible, quoique beaucoup plus faible. C'était une sorte de vapeur qui troublait l'atmosphère et en diminuait la transparence, tout en coexistant avec une assez grande sécheresse de l'air (0,50 environ). Appréciable dès le 14 juillet au matin, cette brume ou vapeur a présenté, le 15, son maximum d'intensité, et a persisté jusqu'au 21. L'état hygrométrique moyen, dans cette période, a été à peu près égal à celui des huit jours qui ont précédé.

Les traits principaux d'une offuscation se rencontrent, à l'intensité près, dans la description précédente, qui rappelle en petit le brouillard de 1783.

Si donc l'on rencontre dans les chroniques un récit accompagné des mêmes circonstances, il sera naturel de l'attribuer à une cause semblable, c'est-à-dire à un brouillard sec.

En résumé, il arrive assez souvent que, par un temps sec, l'atmosphère prend un aspect vaporeux et perd une partie de sa transparence. D'ordinaire, cet effet se manifeste sur la lune et les étoiles, comme sur le soleil, la nuit aussi bien que le jour; mais il est plus appréciable sur le soleil, dont il altère à la fois la couleur et l'éclat. Son intensité est très-variable: s'il acquiert de fortes proportions, il dure plusieurs jours, quelquefois plusieurs mois, comme en 1783 et en 1831, et alors il ne peut manquer de frapper le public. Les apparences qui en résultent sont d'ailleurs tout à fait analogues aux offuscations dont le souvenir nous a été conservé.

Mais cette explication convient-elle à tous les faits de même espèce; peut-elle rendre compte des circonstances diverses qu'ils ont présentées? Pour répondre à cette question, il nous faut préalablement étudier en détail chacun de ces phénomènes d'offuscation, et les élucider par la discussion des textes et documents qui s'y rapportent. Ce sera l'objet d'un Mémoire spécial.

DOSAGE DU NICKEL ET DU COBALT,

Par M. G. CHANCEL.

Le procédé usuel qui consiste à précipiter ces bases par la potasse est très-défectueux; il exige beaucoup de temps et conduit toujours à des résultats erronés. Le précipité retient en effet une quantité notable de potasse, qu'il est impossible de lui enlever, même par un lavage très-prolongé à l'eau bouillante. La méthode suivante, fondée sur la précipitation du cobalt et du nickel sous la forme de phosphates ammoniacaux et sur la transformation du sel double en pyrophosphate par la calcination, est très-expéditive et d'une précision qui ne laisse rien à désirer.

Principe de la méthode. — Lorsqu'on ajoute un excès de phosphate de soude à la solution d'un sel de cobalt, préalablement neutralisé aussi exactement que possible par un alcali fixe, il se forme un précipité gélatineux, coloré en magnifique bleu violacé. Ce précipité est du phosphate de cobalt tribasique, dont la composition, après lavage, dessiccation et calcination, s'exprime par la formule

$$\left.\begin{matrix}CoO\\CoO\\CoO\end{matrix}\right\} PO^5.$$

Si la liqueur est exempte de sels ammoniacaux, le phosphate de cobalt tribasique n'éprouve aucune altération; mais à froid, en présence d'une suffisante quantité de ces sels, il ne tarde pas à changer entièrement d'aspect; il perd peu à peu son état gélatineux, diminue considérablement de volume, et, au lieu de rester en suspension dans la liqueur, se rassemble au fond du vase sous la forme d'une poudre dense parfaitement cristalline, colorée en beau rose pâle.

Cette métamorphose, qui est très-nette, n'exige souvent pas plus d'un quart d'heure pour être complète; le changement de coloration dont elle est accompagnée permet d'en saisir toutes les phases. Le sel rose, qui prend naissance dans ces circonstances, n'est autre chose que le phosphate double de cobalt et d'ammoniaque:

$$\left.\begin{matrix}CoO\\CoO\\H^3N, HO\end{matrix}\right\} PO^5 + 12HO,$$

tout à fait semblable au phosphate ammoniaco-magnésien, avec lequel il est d'ailleurs isomorphe. A la température ordinaire, ce sel est inaltérable à l'air ; à 100°, il perd 10 molécules d'eau de cristallisation : les deux dernières molécules d'eau ne se dégagent qu'à une température plus élevée, mais le sel éprouve alors une décomposition partielle. Porté graduellement au rouge vif, dans un creuset de platine, le phosphate double se transforme complètement en pyrophosphate de couleur fleur de pêcher :

$$\left.\begin{matrix} CoO \\ CoO \end{matrix}\right\} PO^5.$$

Ce dernier corps est infusible et sa coloration est uniforme ; sa composition parfaitement définie et constante permet de l'employer avec avantage pour le dosage du cobalt.

Le phosphate double de cobalt et d'ammoniaque peut être considéré comme insoluble dans l'eau pure, car 1 partie de sel exige 54,000 parties d'eau pour se dissoudre ; l'eau qui en est saturée à froid prend, par l'addition du sulfhydrate d'ammoniaque, une teinte à peine sensible, mais le sulfure de cobalt n'existe qu'en quantité si minime, qu'il ne se sépare jamais de la liqueur sous la forme de flocons. Dans la pratique, cette faible solubilité n'occasionnera aucune perte, car le sel se lave facilement, et une petite quantité d'eau froide suffit pour lui enlever les dernières traces de substances étrangères ; il importe seulement que la liqueur ne contienne pas un excès de sels ammoniacaux, et surtout de l'ammoniaque libre, car leur présence augmente considérablement la solubilité du phosphate double.

L'eau froide n'a aucune action sur le phosphate double de cobalt et d'ammoniaque, mais l'eau chaude lui fait éprouver une métamorphose remarquable ; le sel perd son aspect cristallin, devient gélatineux et se colore en bleu violacé ; il se dédouble alors en phosphate de cobalt tribasique insoluble, et en phosphate d'ammoniaque qui se dissout. L'équation suivante rend très-bien compte de cette transformation :

$$\underbrace{3\left[\left.\begin{matrix} CoO \\ CoO \\ H^3N,HO \end{matrix}\right\} PO^5\right]}_{\text{Phosphate double de cobalt et d'ammoniaque}} = \underbrace{2\left[\left.\begin{matrix} CoO \\ CoO \\ CoO \end{matrix}\right\} PO^5\right]}_{\text{Phosphate de cobalt tribasique.}} + \underbrace{\left\{\begin{matrix} H^3N,HO \\ H^3N,HO \\ H^3N,HO \end{matrix}\right\} PO^5}_{\text{Phosphate d'ammoniaque tribasique.}}$$

L'expérience démontre que le tiers de l'acide phosphorique passe ainsi dans la liqueur. Par le refroidissement, la réaction inverse s'effectue peu à peu, et le sel rose finit par se régénérer en totalité, si l'action de la chaleur n'a pas été assez prolongée pour avoir déterminé l'expulsion partielle de l'ammoniaque : on sait, en effet, que le phosphate neutre de cette base a une grande tendance à se convertir en sel acide. Du reste, ces métamorphoses n'appartiennent pas exclusivement au sel de cobalt ; elles se produisent tout aussi facilement, et avec une égale netteté, sur les autres phosphates ammoniacaux du groupe magnésien, seulement elles ne sont pas accompagnées de ces changements de coloration

qui rendent les transformations du sel de cobalt si apparentes et permettent à l'œil d'en suivre toutes les phases. Dans les déterminations analytiques, on doit donc être constamment en garde contre ce dédoublement, qui, s'il se produisait, occasionnerait de graves erreurs; il est d'ailleurs facile de le prévenir, car il suffira d'opérer constamment à la température ordinaire et de n'employer pour le lavage du sel double que de l'eau tout à fait froide[1].

Le nickel se comporte identiquement comme le cobalt: en présence du chlorhydrate d'ammoniaque, le phosphate de nickel tribasique se transforme rapidement en un sel cristallin, dense, coloré en vert clair, qui n'est autre chose que du phosphate double d'ammoniaque et de nickel. Ce nouveau composé est isomorphe avec les sels correspondants que donnent le cobalt et la magnésie, et renferme, comme ces derniers, 12 molécules d'eau de cristallisation. Le sel double de nickel est tout aussi insoluble que celui de cobalt; la calcination le transforme en pyrophosphate de nickel de couleur jaune foncé.

Dosage. — Le procédé de dosage du nickel ou du cobalt, fondé sur les réactions qui précèdent, se compose des opérations suivantes:

On commence par neutraliser la solution aussi exactement que possible avec du carbonate de soude; on ajoute du chlorhydrate d'ammoniaque, en ayant soin de n'en pas mettre un trop grand excès (1 partie de sel ammoniac sec suffit pour 1 partie de cobalt ou de nickel métalliques que l'on suppose exister dans la liqueur), puis on précipite par un excès de phosphate de soude tribasique.

Lorsque, par suite d'une digestion suffisamment prolongée à froid, le précipité s'est bien rassemblé, qu'il est devenu dense et entièrement cristallin, on décante la liqueur limpide sur un filtre, on recueille le précipité, et on le lave avec soin à l'eau froide.

Cela fait, il faut dessécher le précipité, l'enlever de dessus le filtre, incinérer celui-ci à part, puis calciner le sel double au rouge vif, dans un creuset de platine, pour le transformer en pyrophosphate. Le poids du pyrophosphate obtenu, multiplié par 0,5137, fait connaître la quantité d'oxyde de cobalt ou de nickel que contient la substance soumise à l'analyse.

---

[1] Le phosphate ammoniaco-magnésien réclame ces précautions tout aussi impérieusement que les autres phosphates doubles. Je me suis assuré, en effet, que, par le lavage à l'eau ammoniacale chaude, ce sel devient gélatineux et perd le tiers de son acide phosphorique qui se dissout à l'état de phosphate d'ammoniaque. Dans ces circonstances, on aurait un résultat nécessairement inexact, puisque le résidu de la calcination serait du phosphate trimagnésique, auquel on attribuerait, dans le calcul, la composition du pyrophosphate.

RECHERCHES

SUR

L'EAU DE CRISTALLISATION DES SELS

Par M. Félix JEANJEAN.



Le rôle de l'eau de cristallisation dans les sels est peu connu, bien qu'elle ait une influence évidente sur l'état moléculaire des corps; en effet, le même sel peut affecter des formes cristallines appartenant à des systèmes différents, suivant la quantité d'eau qu'il contient. Toutefois, le travail de Person tend à démontrer que l'eau y existe sous la même forme, celle de la glace, puisqu'il a trouvé pour la chaleur spécifique de l'eau de cristallisation des différents sels, un nombre constant et suffisamment rapproché de la capacité calorifique de la glace, pour justifier une pareille interprétation.

J'ai cherché, dans ce travail, à obtenir de nouvelles données sur ce sujet, en essayant de déterminer les variations apportées dans le coefficient de dilatation des sels par suite de l'addition de l'eau de cristallisation, et surtout celles que celle-ci pouvait apporter dans le volume moléculaire des sels.

Le coefficient de dilatation pouvant se déduire de la variation de la densité à différentes températures, j'ai déterminé la densité des sels anhydres

et des sels hydratés; j'ai employé, pour la détermination de ces densités, le procédé de la balance hydrostatique. Le liquide dans lequel je pesais le sel était l'essence de térébenthine, distillée après avoir été privée d'eau par un long séjour sur un mélange de chaux vive et de chlorure de calcium anhydre.

L'expression $D = \frac{P}{p} d$ donne la densité cherchée; dans cette formule, P représente le poids du corps dans l'air, p la perte de poids que le corps éprouve dans l'essence de térébenthine, l'un et l'autre à la température t, et d la densité de ce liquide à $t°$, par rapport à celle de l'eau à 4°.

Voici comment j'ai déterminé ces diverses quantités, pour la température 0, par exemple :

Le corps préalablement pulvérisé était pesé dans une nacelle en platine dont le poids avait été déterminé, et qui était suspendue par un fil de platine très-fin au-dessous d'un des plateaux de la balance; l'accroissement du poids donnait la valeur de P. On faisait alors plonger la nacelle dans de l'essence de térébenthine à 0°; après que le sel était resté dans l'essence au moins une heure, on notait la perte de poids éprouvée, on retranchait de cette perte totale la perte de poids éprouvée par la nacelle seule dans ces mêmes conditions; la différence représentait la valeur de p.

Enfin, la valeur de d était obtenue en déterminant la perte de poids éprouvée par une boule en verre contenant du mercure, plongée successivement dans l'essence à 0° et dans l'eau à 0°. Cette perte de poids éprouvée par la boule en verre plongée dans l'eau à 0° était ramenée à ce qu'elle serait si l'eau eût été à 4°, en divisant cette perte de poids par la densité de l'eau à 0° rapportée à celle de l'eau à 4°; le quotient de la perte de poids de la boule dans l'essence de térébenthine, par la perte de poids corrigée de cette même boule dans l'eau à 0°, donnait la densité d de l'essence à 0°.

On opérait de la même manière pour les observations faites à la température ambiante.

Les observations faites à d'autres températures que 0° ou la température ambiante, ont été effectuées en chauffant l'essence de térébenthine dans un bain de glycérine qui pouvait être maintenu à une température constante au moyen de la disposition suivante. Ce liquide était contenu dans une cavité

cylindrique de 20 centimètres environ de profondeur, que présentait le couvercle d'une marmite en fer dans laquelle on plaçait un liquide volatil; entre le bain et les parois extérieures de cette dernière, était fixé un manchon plongeant par sa partie inférieure dans le liquide employé, et présentant à sa partie supérieure une série d'orifices pour le passage de la vapeur. En dehors du manchon, le couvercle présentait dans sa partie plane une tubulure qui était mise en communication avec un serpentin constamment refroidi; le liquide vaporisé était ainsi ramené à chaque instant dans l'intérieur du vase métallique; on pouvait, avec cette disposition, employer, pour obtenir une température constante, non-seulement des corps définis, tels que l'éther ou l'alcool, mais aussi des mélanges à proportions données de ces deux corps.

Le vase contenant l'essence de térébenthine était placé dans la glycérine, et prenait au bout d'un temps plus ou moins long une température constante dépendant de la nature du liquide employé. On a introduit successivement dans l'appareil : de l'éther, qui a fourni une température de 32°,5 à 33°; de l'alcool, qui a donné une température constante de 73°; puis des mélanges en proportion variable d'alcool et d'éther, qui ont donné des températures intermédiaires; enfin, on a aussi placé de l'eau, qui fournissait à l'essence une température de 93°.

Au moyen des procédés indiqués précédemment, j'ai déterminé la densité de l'essence de térébenthine à une série de températures constantes. Les résultats ainsi obtenus m'ont permis de déterminer par interpolation les nombres donnés dans le tableau suivant :

0	0,879	35	0,850	70	0,822
5	0,875	40	0,846	75	0,817
10	0,871	45	0,843	80	0,813
15	0,867	50	0,838	85	0,809
20	0,863	55	0,834	90	0,805
25	0,859	60	0,830	95	0,801
30	0,854	65	0,826	100	0,796

Je n'ai pu faire usage de ce tableau aussi souvent que je l'espérais; car, après quelques déterminations, l'essence change de densité. Aussi ai-je eu soin

de noter la perte de poids que la boule en verre éprouvait dans l'essence de térébenthine après chaque détermination de perte de poids du sel dans cette essence ; la boule en verre et le sel dans sa nacelle restaient d'ailleurs au moins une heure plongés ensemble dans l'essence avant les pesées. Un thermomètre placé dans ce liquide indiquait à chaque instant sa température.

Je me proposais de déterminer le coefficient de dilatation des sels anhydres et des sels hydratés, pour en déduire les variations causées par la présence de l'eau de cristallisation. Mais presque tous les sels hydratés perdent de l'eau lorsqu'ils sont plongés dans l'essence de térébenthine chauffée au-dessus de 33°.

J'ai dû par conséquent me borner à comparer les changements produits dans la densité des sels par les quantités variables d'eau avec laquelle ils peuvent cristalliser.

Les corps dont j'ai déterminé les volumes spécifiques, peuvent se réunir en cinq groupes distincts :

Le premier contient les sels ordinaires ; le second comprend les sels dits haloïdes ; dans le troisième, j'ai réuni les sels doubles et les sels basiques ; on trouvera, dans le quatrième, les sels à acides organiques ; enfin, le dernier groupe contient quelques acides que l'on peut obtenir facilement à l'état anhydre et à l'état hydraté.

Dans l'indication des résultats de l'expérience qui m'ont permis de calculer les volumes spécifiques des sels anhydres et celui des sels hydratés, j'ai adopté les notations suivantes :

D représente la moyenne des densités obtenues avec le sel anhydre ;

D′ celle du sel hydraté ;

V la valeur spécifique du sel anhydre ;

V′ celle du sel hydraté.

Les volumes moléculaires indiqués après les résultats relatifs à chaque sel, sont obtenus en divisant les équivalents par la moyenne des densités trouvées entre 0° et 15°. Les densités des sels entre ces limites variant d'une manière entièrement insensible, dans les conditions de mes expériences il est permis d'opérer ainsi.

OXYSELS.

Sulfate de zinc. — J'ai fait quatre déterminations de la densité du sel anhydre et trois de celle du sel hydraté ($ZnO,SO^3 + 7HO$).

Sulfate de cuivre. — La densité du sel anhydre, ainsi que celle du sel hydraté ($CuOSO^3,5HO$), résultent de trois expériences distinctes.

Sulfate de magnésie.—J'ai déterminé la densité de ce sel, à l'état anhydre, par quatre expériences ; celle du sel $MgOSO^3 + 6HO$ résulte du même nombre de déterminations, ainsi que celle du sel $MgO,SO^3 + 7HO$. Des expériences faites dans le but de déterminer la même donnée sur les sels à huit et à douze équivalents d'eau, n'ont pas conduit à un nombre constant, par suite de la facilité avec laquelle ils perdent une partie de leur eau.

Sulfate de soude.—La densité du sulfate de soude déshydraté par l'action de la chaleur, ou bien obtenu cristallisé au-dessus de 33°, a donné sensiblement les mêmes résultats dans six déterminations successives.

Le sulfate de soude $NaO,SO^3 + 10HO$ a fourni, au contraire, des résultats variables, à cause de la difficulté qu'on éprouve à dessécher complètement ce sel, sans le déshydrater partiellement.

Carbonate de soude. — La densité du carbonate de soude anhydre a été déterminée par quatre expériences ; le carbonate de soude $NaOCO^2 + 10HO$ présente les mêmes difficultés que le sulfate ; à 33°, d'ailleurs, il commence à se déshydrater.

Nitrate de strontiane.—J'ai fait deux déterminations parfaitement concordantes de la densité de ce sel anhydre et du sel hydraté $SrO,AzO^5 + 5HO$.

Borate de soude. — Les déterminations de la densité de ce sel ont été faites au moyen de six observations sur le sel anhydre, et de quatre observations sur le sel $NaO,2BO^3 + 5HO$, ainsi que sur ce même sel à dix équivalents d'eau.

Phosphate de soude. — Deux expériences sur le sel anhydre et quatre sur le sel $(NaO)^2PO^5HO + 24HO$, ont permis de déterminer la densité de ces deux corps.

Pyrophosphate de soude. — J'ai déterminé la densité du sel anhydre au

moyen de trois observations distinctes ; celle du sel hydraté $(NaO)^2PO^5 + 10HO$ résulte de deux expériences.

Phosphate de soude tribasique. — Deux expériences sur le sel anhydre et deux sur le sel $(NaO)^3PO^5$, ont permis d'arriver à la détermination de la densité de ces deux corps.

Voici l'ensemble des résultats obtenus avec les sels précédents :

	D	D'	V	V'
Sulfate de zinc..............	3,127	1,935	25,90	74,40
Sulfate de cuivre............	3,306	2,128	24,12	58,80
Sulfate de magnésie à 6HO....	2,042	1,668	29,38	68,34
Sulfate de magnésie à 7HO....	2,042	1,629	29,38	75,50
Sulfate de soude............	2,692	»	26,39	»
Carbonate de soude..........	2,459	1,468	21,55	97,40
Nitrate de strontiane.........	2,959	2,200	35,73	68,52
Borate de soude à 5HO.......	2,350	1,839	42,97	79,39
Borate de soude à 10HO......	2,350	1,713	42,97	111,50
Phosphate de soude..........	2,176	1,525	65,20	234,70
Pyrophosphate de soude......	2,140	1,683	62,10	132,50
Phosphate de soude tribasique..	2,407	1,645	68,05	231,20

SELS HALOÏDES.

Chlorure de baryum. — J'ai déterminé la densité du sel anhydre et celle du sel hydraté $BaCl + 2HO$, par cinq expériences concordantes.

Chlorure de strontium. — Deux expériences effectuées sur le sel anhydre et autant sur le sel $SrCl + 6HO$, m'ont conduit à la connaissance de la densité de ces deux sels.

Chlorure de manganèse.—J'ai fait trois déterminations de la densité du sel anhydre, et trois de celle du sel hydraté $MnCl + 4HO$.

Chlorure cuivrique. — La densité du sel anhydre et celle du sel hydraté $CuCl + 2HO$, résultent chacune de deux expériences.

Bromure de baryum.—Au moyen de deux déterminations effectuées sur le sel anhydre et deux sur le sel hydraté $BaBr + 2HO$, j'ai obtenu les densités cherchées.

Le tableau suivant contient un résumé des résultats obtenus :

	D	D'	V	V'
Chlorure de baryum......	3,809	3,004	27,30	40,60
Chlorure de strontium....	2,680	1,920	29,57	69,29
Chlorure de manganèse...	2,801	2,005	22,50	49,50
Chlorure cuivrique.......	3,153	2,450	21,33	34,79
Bromure de baryum......	4,397	3,692	32,30	45,10

SELS DOUBLES.

Sulfate de potasse et de magnésie. — J'ai déterminé la densité de ce sel déshydraté par la chaleur et celle du sel hydraté $\left.\begin{matrix}KO\\MgO\end{matrix}\right\}2SO^3+6HO$ par deux expériences distinctes.

Sulfate double de potasse et de zinc. — Les résultats inscrits dans le tableau ci-dessous résultent de deux observations faites sur le sel anhydre et deux sur le sel cristallisé $\left.\begin{matrix}KO\\ZnO\end{matrix}\right\}2SO^3+6HO$.

Phosphate ammoniaco-magnésien. — Deux expériences ont été faites sur ce sel parfaitement séché à 100° ; sa composition est alors représentée par la formule $PO^5\left\{\begin{matrix}2MgO\\AzH^4O\end{matrix}\right.+2HO$; deux expériences ont été effectuées sur ce même sel hydraté : $PO^5\left\{\begin{matrix}2MgO\\AzH^4O\end{matrix}\right.+12HO$.

Phosphate ammoniaco-nickéleux. — Une seule observation a été faite sur ce sel dans deux états d'hydratation identiques à ceux du sel précédent.

Chlorure double de mercure et d'ammoniaque (sel Alembroth). — J'ai obtenu la densité de ce sel déshydraté et celle du sel cristallisé $HgCl\,AzH^4Cl+HO$ par deux observations effectuées sur chacun d'eux.

Les résultats obtenus avec les sels précédents sont consignés dans le tableau suivant :

	D	D'	V	V'
Sulfate double de potasse et de magnésie....	2,529	2,00	58,14	100,60
Sulfate double de potasse et de zinc.......	2,818	2,197	59,61	101,00
Phosphate ammoniaco-magnésien..........	2,018	1,683	76,77	145,57
Phosphate ammoniaco-nickéleux.........	2,433	1,920	78,00	145,80
Chlorure double de mercure et d'ammoniaque (sel Alembroth)....................	3,680	3,40	51,35	58,25

SELS A ACIDES ORGANIQUES.

Acétate de plomb. — J'ai fait quatre déterminations de la densité du sel anhydre et quatre de celle du sel hydraté $PbOC^4H^3O^3 + 3HO$.

Acétate de soude. — Trois expériences effectuées sur le sel anhydre, et le même nombre sur le sel hydraté $NaOC^4H^3O^3 + 6HO$, m'ont permis d'obtenir la densité de ces deux sels.

Émétique. — Deux expériences ont été effectuées sur le sel anhydre et sur le sel hydraté $Sb^2O^3,KO,C^8H^4O^{10} + HO$.

Sel de seignette. — La densité du sel anhydre et celle du sel hydraté $\left.\begin{matrix}KO\\NaO\end{matrix}\right\} C^8H^4O^{10} + 8HO$ résultent de deux observations faites sur chacun d'eux.

Les observations ci-dessus mentionnées sont résumées dans le tableau suivant :

	D	D'	V	V'
Acétate de plomb......	3,06	2,494	54,00	75,00
Acétate de soude.......	1,431	1,390	57,30	98,00
Émétique.............	2,561	2,499	126,50	133,29
Sel de seignette........	1,951	1,760	107,63	139,79

ACIDES.

Acide borique. — Deux expériences ont été effectuées sur ce corps fondu et deux expériences sur l'acide hydraté $BO^3 + 3HO$.

Acide oxalique. — J'ai déterminé, par deux expériences sur l'acide C^2O^3 HO et sur ce corps cristallisé $C^2O^3\,3HO$, les densités inscrites dans le tableau ci-dessous.

Acide citrique. — Une seule observation a été faite sur cet acide déshydraté à 100°; ce corps s'altère à une température peu supérieure à celle qui est nécessaire pour lui enlever les deux équivalents d'eau qu'il contient à l'état cristallisé; deux observations ont été faites sur l'acide hydraté $C^{12}H^8O^{14} + 2HO$.

Le tableau suivant contient le résumé de ces expériences :

	D	D'	V	V'
Acide borique.........	1,824	1,495	19,18	41,47
Acide oxalique........	1,860	1,622	24,20	38,82
Acide citrique.........	1,584	1,541	121,20	136,20

Si l'on admet que le quotient de l'équivalent ou plutôt du poids moléculaire d'un corps par sa densité expérimentale, puisse être regardé comme représentant le volume moléculaire de ce corps, la différence entre les volumes moléculaires du sel hydraté et du sel anhydre devient l'accroissement de volume dû à la fixation de l'eau de cristallisation, et peut être dès-lors considérée comme pouvant donner quelques indications sur la constitution des sels hydratés.

J'ai réuni dans le tableau suivant ces différences, en plaçant en regard le nombre d'équivalents d'eau perdus par le sel, ainsi que le rapport de ces deux quantités, qui, dans la supposition précédente, représente l'augmentation de volume pour chaque équivalent fixé.

On voit que les différences contenues dans la première colonne de ce tableau sont aussi sensiblement proportionnelles au nombre d'équivalents d'eau perdus par le sel, que je pouvais l'espérer, d'expériences ayant pour but de déterminer le volume moléculaire de corps solides, volume qui doit évidemment dépendre de causes dont il nous est impossible d'apprécier l'influence, dans l'état actuel de nos connaissances. L'augmentation du volume moléculaire d'un sel anhydre, en passant à l'état de sel hydraté, paraît donc constant pour chaque nouvel équivalent d'eau fixé ; cette constance, obtenue avec des sels dont les quantités d'eau de cristallisation varient de un jusqu'à vingt-quatre équivalents, ne peut s'expliquer qu'en admettant que l'eau possède le même état moléculaire dans les différents sels examinés.

Ces différences étant évidemment l'expression d'un volume moléculaire, la proportionnalité signalée plus haut recevrait une explication très-simple, si l'on admettait qu'elles représentent le volume des molécules d'eau fixées par chaque sel ; s'il en était ainsi, la moyenne 6,8 des nombres de la dernière colonne deviendrait le volume moléculaire que prend l'eau dans un sel cristallisé. Ce volume serait bien moins considérable que le volume moléculaire de l'eau, soit solide, soit liquide, lorsqu'elle est à l'état de liberté. En prenant l'état solide pour entrer dans la constitution d'un sel, l'eau éprouverait donc une condensation considérable.

NOM DU SEL.	Différence entre le volume moléculaire du sel hydraté et celui du sel anhydre.	Nombre d'équivalents d'eau que le sel peut perdre sans se décomposer.	Volume spécifique de l'eau de cristallisation.
Chlorure double de mercure et d'ammoniaque..	6,9	1	6,9
Émétique	6,8	1	6,8
Chlorure de baryum	13,3	2	6,6
Chlorure de cuivre	13,4	2	6,7
Bromure de baryum	12,8	2	6,4
Acide oxalique	14,6	2	7,3
Acide citrique	15	2	7,5
Acide borique	22,2	3	7,4
Acétate de plomb	21	3	7,0
Chlorure de manganèse	27	4	6,7
Sulfate de cuivre	34,68	5	6,9
Borate de soude	36,42	5	7,2
Nitrate de strontiane	32,81	5	6,6
Sulfate double de potasse et de magnésie	42,3	6	7,0
Sulfate double de potasse et de zinc	41,4	6	6,9
Acétate de soude	40,7	6	6,6
Sulfate de magnésie	38,9	6	6,5
Chlorure de strontium	39,7	6	6,6
Sulfate de magnésie	45,6	7	6,7
Sulfate de zinc	48,5	7	6,9
Sol de seignette	52,16	8	6,5
Borax	68,53	10	6,8
Pyrophosphate de soude	70,4	10	7,0
Phosphate ammoniaco-magnésien	69	10	6,9
Phosphate ammoniaco-nickéleux	68	10	6,8
Phosphate de soude	179,5	24	7,1
Phosphate tribasique de soude	163,15	24	6,8
Moyenne	»	»	6,8

Je dois à M. Dumas la connaissance d'un fait que je suis heureux de pouvoir placer aujourd'hui à côté des résultats de mes expériences. Le *Journal de physique, chimie et histoire naturelle* de l'année 1821, contient un

mémoire de MM. Leroyer et J.-A. Dumas, dans lequel est rapportée une expérience qui se rapproche des miennes. Après avoir trouvé les nombres 2,690 et 2,322 pour les densités du sulfate de chaux anhydre et du sulfate hydraté, pris tous les deux à l'état cristallisé, ces savants remarquent que l'eau qui entre dans ce sel paraît subir une condensation d'un quart, si l'on part du volume qu'elle occupe à l'état de glace.

Ce résultat, qui était passé inaperçu parce qu'il reposait sur un fait isolé, est peu inférieur à la moyenne 6,8 que j'ai obtenue ; il donne par conséquent un appui d'une grande valeur aux expériences que j'ai consignées dans ce mémoire.

La conséquence à laquelle elles m'ont conduit, sur l'état de condensation que l'eau éprouverait en entrant dans la constitution d'un sel, me paraît difficile à concilier avec les résultats du travail de Person, qui, de ses expériences sur les capacités calorifiques, a cru pouvoir conclure que l'eau devait exister sous forme de glace dans les sels hydratés.

Sur un moyen de montrer

en employant les appareils à projection

LE MODE DE PROPAGATION DES ONDES SONORES

Par MM. DIACON et WOLF.

L'intérêt qui s'attache aux expériences par projection, aujourd'hui si recherchées dans les cours publics, nous engage à décrire un appareil qui peut aider à faire mieux comprendre la nature des mouvements vibratoires dont on suppose animées les molécules de l'air, dans quelques-uns des cas étudiés en acoustique. Cet appareil, présenté par nous à l'Académie dans sa séance du 9 janvier 1860, et dont M. Wolff s'est servi plusieurs fois dans ses leçons à la Faculté des sciences de Montpellier, est des plus simples.

On sait qu'une molécule écartée de sa position d'équilibre, exécute autour de ce point une série d'oscillations dont la loi peut être représentée par l'équation $x = a \sin \frac{2\pi t}{\tau}$, x étant la distance de la molécule à sa position d'équilibre au temps t compté à partir du moment où elle a été ébranlée, a l'écart maximum et τ la durée d'une oscillation en-

tière. Si le plan dans lequel oscille la molécule était animé d'un mouvement uniforme perpendiculairement à la ligne des oscillations, et si la molécule laissait une trace sur ce plan, la courbe tracée serait donc une sinusoïde. Il résulte de là que, si l'on trace une sinusoïde sur une lame de verre rendu opaque par du noir de fumée, et qu'ensuite on fasse mouvoir uniformément cette lame derrière une fente, on obtiendra un petit quadrilatère transparent, qui paraîtra osciller comme la molécule dont la sinusoïde représenterait le mouvement. Rien de plus facile que de placer la lame et la fente dans un appareil à projection, tel qu'une lanterne magique, et de recevoir l'image du quadrilatère sur un écran. Si, au lieu d'un seule sinusoïde, on en trace plusieurs l'une au-dessous de l'autre, identiques, mais commençant chacune un peu plus loin que la précédente et toutes précédées d'une portion rectiligne, on pourra montrer comment le mouvement se propage dans une série de molécules.

Pour montrer l'effet produit par la superposition de deux mouvements vibratoires, il faut compliquer un peu l'appareil. Un châssis susceptible de recevoir une lame pareille aux précédentes, présente sur le bord inférieur une sinusoïde découpée, et peut glisser perpendiculairement à la fente, en s'appuyant sur trois petits galets convenablement disposés. Si la lame placée dans le châssis ne présente qu'une ligne rectiligne transparente, le point brillant projeté sur l'écran sera animé d'un mouvement oscillatoire dépendant seulement de la sinusoïde du châssis, et l'on peut faire voir qu'il est bien dû à cette courbe, en montrant que le point brillant reste en repos quand on fait mouvoir la lame, le châssis étant maintenu immobile. Si l'on remplace cette lame par une lame portant une sinusoïde identique à celle du châssis, ou en différant par l'amplitude ou la durée de l'oscillation, le mouvement du point brillant, résultant de la somme ou de la différence des ordonnées des deux courbes, reproduit bien le mouvement d'une molécule soumise aux deux mouvements vibratoires qu'elles représentent. En faisant varier, dans plusieurs expériences successives, la position de la lame par rapport au châssis, on pourra montrer l'influence de la différence des phases, et par exemple, dans le cas où les deux courbes sont identiques, l'immobilité du point brillant, quand la différence des phases est égale à une demi-oscillation, expériences importantes pour la théorie des sons résultants et des interférences.

Enfin, si l'on fait glisser derrière la fente une lame présentant une série de courbes correspondant aux mouvements oscillatoires dont sont animées les molécules situées sur une ligne parallèle à l'axe d'un tuyau ouvert ou fermé, courbes faciles à tracer, puisqu'elles sont dues à la simple superposition de deux mouvements vibratoires ne différant que par leur phase, on aura sur l'écran la représentation des mouvements d'une série de molécules dans les tuyaux. Il est facile de tracer les courbes de chaque molécule de manière à montrer avec une seule lame comment le mouvement, en se propageant de molécule à molécule, produit le mouvement oscillatoire définitif.

ÉTUDES

SUR

LA COMPOSITION DES VINS

ET

SUR LES PROCÉDÉS DE VINIFICATION,

Par M. G. CHANCEL.

Les nombreux débats judiciaires auxquels donne lieu si fréquemment le commerce des vins, montrent à quel point sont encore insuffisantes nos connaissances sur la nature de ce produit important, qui fait la richesse du midi de la France. Aussi est-il superflu de démontrer combien il serait utile de mieux connaître la constitution chimique de nos différents vins, et les variations que subissent leurs principes les plus importants, tels que le tartre, les acides, la matière colorante, la potasse, les phosphates, etc., suivant les années, la nature des cépages et les procédés de vinification. Essayer d'acquérir des notions plus précises sur ces diverses questions, dont la solution peut seule nous permettre de découvrir les conditions essentielles de la stabilité des vins, et de prévenir dans certaines limites leur altération, tel est le sujet des recherches que je poursuis depuis longtemps.

Mais des travaux de cette nature ne peuvent conduire à un résultat utile, qu'à la condition de s'appuyer sur des expériences très-nombreuses, reproduites pendant plusieurs années consécutives, et confirmées par la pratique agricole. Aussi m'eût-il été impossible d'obtenir des renseignements pré-

sentant une généralité suffisante, sans la généreuse intervention du Conseil général de l'Hérault et de la Chambre de commerce de Montpellier. Tant que cet appui ne me fera pas défaut, je tiendrai à honneur de continuer avec persévérance ces recherches, qui intéressent à la fois et à un haut degré l'agriculture, le commerce et l'industrie de notre département.

Parmi les questions qui devaient tout d'abord fixer mon attention, il en est une, celle du plâtrage des vendanges, qui, plus que toute autre, a donné lieu aux interprétations les plus contradictoires. Il m'a donc paru urgent de faire connaître les résultats que j'ai obtenus sur le mode d'action du plâtre, et d'exposer dans ce premier mémoire l'ensemble des expériences que j'ai entreprises sur cet important sujet. Grâce aux nouvelles données qu'il contient, il sera bientôt possible, je l'espère, de prononcer définitivement sur les avantages ou les inconvénients d'une pratique si généralement en usage dans nos contrées.

PREMIER MÉMOIRE.

Recherches sur le plâtrage des vins et des vendanges.

Le Plâtre exerce sur les Vins deux actions essentiellement différentes : l'une où il réagit chimiquement par ses principes constituants, l'autre où il n'intervient que par ses propriétés physiques.

Dans ce dernier cas, il opère comme agent de défécation, et il est facile de comprendre pourquoi il en est ainsi. Le plâtre en s'hydratant forme un lacis de petits cristaux qui, en s'enchevêtrant les uns dans les autres, emprisonnent les matières qui sont simplement en suspension dans le liquide, et les entraînent par conséquent en se déposant ; le vin acquiert par là, non-seulement une plus grande limpidité, mais encore il est débarrassé de certaines substances très-altérables qui nuiraient à sa conservation. Cette action, bien que présentant quelque analogie avec le collage, en diffère pourtant sous plusieurs rapports. Le plâtre m'a donné en effet de bons résultats sur certains vins, et en particulier sur les vins blancs du midi de la France, auxquels les divers moyens de collage usités ne peuvent quelquefois rendre leur limpidité. Sous ce point de vue, le plâtrage me paraît donc avoir une utilité incontestable.

Comme agent chimique, c'est surtout sur la crême de tartre contenue dans les vins que le plâtre exerce son action ; l'équation suivante peut rendre compte des phénomènes qui se produisent avec ce sel :

$$\underbrace{2\left(\begin{matrix}KO\\HO\end{matrix}\right\} C^8H^4O^{10}\right)}_{\text{Crême de tartre. } 376} + \underbrace{\begin{matrix}CaO\\CaO\end{matrix}\Big\} 2SO^3}_{\text{Plâtre. } 136} = \underbrace{\begin{matrix}CaO\\CaO\end{matrix}\Big\} C^8H^4O^{10}}_{\text{Tartrate de chaux. } 188} + \underbrace{\begin{matrix}HO\\HO\end{matrix}\Big\} C^8H^4O^{10}}_{\text{Acide tartrique. } 150} + \underbrace{\begin{matrix}KO\\KO\end{matrix}\Big\} 2SO^3}_{\text{Sulf. de potasse } 174}$$

Lorsqu'une solution aqueuse contient à la fois du plâtre et de la crême de tartre, il doit, conformément aux lois de Berthollet, se former d'une part du tartrate de chaux qui se dépose par suite de sa plus grande insolubilité, et de l'autre, de l'acide tartrique libre et du sulfate de potasse qui restent en dissolution. Or, il est à remarquer que l'acidité de 376 parties de crême de tartre est la même que celle de 150 parties d'acide tartrique libre, seul produit acide de la réaction ; le degré acidimétrique d'une solution de crême de tartre ne changera donc pas par l'effet du plâtrage.

Les diverses substances contenues dans le vin, telles que le sucre, l'alcool, etc., ne changeant, comme nous le verrons, que la valeur, mais non l'ordre des solubilités des sels précédents, il est évident que la réaction sera entièrement identique. Mais il faut distinguer avec soin le cas où le plâtre est ajouté dans un vin fait, de celui où l'addition a lieu dans la vendange elle-même. En effet, dans le premier cas, le liquide est tout au plus saturé de crême de tartre et, par conséquent, ce qui a été dit de la dissolution aqueuse est également applicable au vin ; il n'y aura donc pas de variation dans l'acidité. Mais si le plâtre est ajouté à la vendange, le liquide se trouve en présence d'un excès de bitartrate de potasse[1] qui, en se dissolvant au fur et à mesure que le tartre primitivement dissous est transformé sous l'influence du plâtre, devra nécessairement intervenir dans la réaction. On verra en effet, par les expériences citées plus loin, que l'acidité du liquide augmente beaucoup dans ces circonstances. Cette seule observation permet de voir à quels résultats erronés on serait conduit si l'on voulait juger la question

[1] L'expérience démontre que la quantité de raisins du Midi qui donne un litre de vin contient environ 8 ou 9 gram. de tartre. Le vin obtenu ne renferme cependant que 2 gram. à 2gr,5 de ce sel par litre. Une grande quantité de bitartrate reste donc dans le marc.

du plâtrage, tel qu'il est pratiqué, d'après les seules indications fournies par l'étude de l'action du plâtre sur les vins ou sur l'eau alcoolisée. Des données suffisantes pour élucider cette question ne peuvent donc être obtenues qu'à la condition d'étudier la réaction du plâtre sur la crême de tartre, en présence des différentes substances contenues dans le moût de raisin, qui, en modifiant les solubilités des sels, doivent apporter des changements dans le résultat final.

I.

Avant d'aborder ces expériences, j'ai fait des recherches préliminaires sur la solubilité de la crême de tartre placée dans des conditions très-diverses; j'en donnerai d'abord les résultats.

Dans la détermination de la solubilité d'un corps, on a surtout à craindre les phénomènes de sursaturation, et l'on ne saurait prendre trop de précautions pour les éviter; aussi, pour me mettre à l'abri de toute cause d'erreur, j'ai adopté dans mes expériences le procédé employé dans mon laboratoire par M. Diacon, dans son important travail sur *la solubilité des mélanges salins*[1]; je renverrai à son mémoire, pour la description détaillée de la méthode et la figure des appareils dont j'ai fait usage, et je me bornerai ici à donner quelques indications sommaires sur le tube à dissolution et sur les avantages qu'il présente.

Cet appareil se compose d'une cloche en verre de 3 centimètres environ de diamètre sur 15 centimètres de hauteur, qui peut être fermée par un bouchon de liége travaillé avec soin et dans lequel est engagé à frottement dur un tube en verre; ce tube laisse passer la portion rectiligne d'un agitateur en verre plein, dont la partie inférieure est plusieurs fois recourbée. Enfin, un anneau en caoutchouc réunit le tube à l'agitateur et, tout en permettant d'imprimer à ce dernier des mouvements de rotation ou de va et vient vertical, intercepte toute communication entre l'air de la cloche et l'air extérieur.

Cette disposition a l'avantage de soustraire la surface de la dissolution à

---

[1] Thèse pour le doctorat ès-sciences, 1864, et *Mémoires de l'Académie des sciences et lettres de Montpellier*, tom. VI, pag. 46.

l'action de l'air extérieur et, par suite, aux variations de température pour ses différentes couches, dès que l'agitation vient à cesser. L'air confiné prenant bientôt en effet la température du bain, la dissolution contenue dans l'appareil peut être considérée comme étant environnée de tous côtés par celui-ci, et sa température, identique en tous ses points, ne dépend plus, dès-lors, que de celle du milieu dans lequel il est placé. Elle permet, en outre, au moyen de l'agitateur, dont la tige traverse le bouchon, de mélanger bien plus complètement et aussi souvent qu'on le juge convenable la dissolution et le sel en excès, sans changer les conditions de température dans lesquelles ils se trouvent. Enfin, par suite de la forme allongée de l'appareil, la couche de liquide qui surmonte le sel, dès qu'il n'est plus agité, acquiert rapidement une épaisseur suffisante pour qu'il soit facile de ne prendre pour l'analyse que la portion devenue bien limpide.

La variation rapide de la solubilité des sels avec la température exigeait l'emploi de bains dont la température restât constante pendant une durée d'au moins trois heures; cette condition, nécessaire pour que les résultats obtenus soient comparables, a été remplie en employant les dispositions indiquées dans le mémoire cité plus haut. Quant à la détermination de la quantité de sel dissoute, elle a été toujours faite en prenant avec une pipette dont la capacité avait été déterminée avec le plus grand soin, 50^{cc} de la liqueur limpide; la dissolution était évaporée avec précaution dans un vase en platine taré, et le résidu desséché à 100° jusqu'à ce que son poids ne variât plus[1]. J'indiquerai à propos du glucose les modifications que j'ai apportées à ce procédé, pour le cas où le dissolvant contient des substances non volatiles.

Solubilité du bitartrate de potasse dans l'eau pure. — Deux détermitions faites à 0° (bain de glace fondante) ont donné les résultats suivants pour le résidu de bitartrate laissé par 50^{cc} de dissolution:

1re expérience	0^{gr},125.
2e —	0, 125.

[1] On s'était assuré que 50^{cc} de l'eau distillée ou de l'eau alcoolisée ne laissaient aucun résidu appréciable à la balance.

à la température de 11°,5 (courant d'eau), le résidu a été de 0gr,195. Une expérience faite à 25°,5 (étuve à température constante) a donné 0gr,322. Enfin, à 40° (étuve à température constante) on a trouvé 0gr,538.

Ces déterminations permettent de construire par interpolation le tableau suivant, pour la solubilité du tartre dans 100 parties d'eau :

0°......	0,244	25°......	0,670
5	0,300	30	0,805
10	0,370	35	0,960
15	0,453	40	1,130
20	0,553		

Pour me rendre compte de l'influence de la pureté du bitartrate sur sa solubilité, j'ai fait des expériences comparatives sur des tartres de provenance différente. Dans ce but, j'ai déterminé le résidu laissé par 50cc d'une solution saturée à la température de 10°,0 : 1° par un très-beau tartre du commerce ; 2° par un tartre du commerce purifié par l'acide chlorhydrique, et 3° par un tartre tout à fait pur obtenu directement avec l'acide tartrique et la potasse. Voici les solubilités obtenues :

Tartre du commerce.............	0,376
Tartre du commerce purifié......	0,364
Tartre artificiel pur.............	0,356

Ces résultats montrent que la solubilité du tartre absolument pur est un peu plus faible que ne l'indiquent les nombres contenus dans le tableau précédent.

Solubilité du bitartrate de potasse dans un mélange d'eau et d'alcool.— Deux séries d'expériences ont été faites avec ce dissolvant. La première a eu pour but de déterminer la solubilité du tartre dans de l'eau contenant 10,5 d'alcool pour 100, quantité qui peut être considérée comme représentant la richesse alcoolique moyenne des vins.

A 0°, deux expériences ont donné pour résidu de 50cc de dissolution saturée, le même nombre 0gr,072.

A 10° une détermination a donné.	0,109
A 12°,7.......	0,115
A 25°,5.....................	0,199
A 40°......................	0,345

Je ferai remarquer que toutes ces expériences, sauf celles qui se rapportent à la température de 10° et de 12°,7, ont été faites simultanément, et par conséquent dans les mêmes conditions que celles qui ont servi à déterminer la solubilité dans l'eau. Les différences de solubilité observées ne peuvent donc être attribuées qu'à la nature du dissolvant. Par interpolation on obtient, pour la solubilité du tartre dans de l'eau alcoolisée à 10,5 %, les nombres suivants :

0°	0,141	15°	0,253	30°	0,460
5	0,175	20	0,305	35	0,570
10	0,212	25	0,372	40	0,700

Dans la seconde série d'expériences, je me suis proposé de déterminer l'influence de la richesse alcoolique sur la solubilité du tartre. Toutes les expériences que je vais rapporter ont été faites à la température de 11°,0 avec du bitartrate très-pur, préparé directement par l'acide tartrique et la potasse.

50^cc de dissolution saturée ont donné pour résidu :

Avec le liquide	à 11,16	d'alcool	pour 100...	0,110
—	à 22,0	—	—	0,071
—	à 41,6	—	—	0,045
—	à 80	—	—	0,022

La teneur en alcool de ces différents liquides a été déduite de leur densité, déterminée avec soin dans un bain à température constante. En ajoutant à ces résultats le nombre 0,386, qui représente la solubilité du tartre dans l'eau pure à 11°, on peut calculer la solubilité de ce sel dans un liquide alcoolique quelconque. C'est ainsi qu'on a obtenu le tableau suivant :

Alcool en centièmes du volume.	Solubilité du tartre.	Alcool en centièmes du volume.	Solubilité du tartre.
0	0,386	55	0,066
5	0,288	60	0,059
10	0,228	65	0.055
15	0,187	70	0,050
20	0,157	75	0,047
25	0,135	80	0,044
30	0,117	85	0,042
35	0,105	90	0,039
40	0,090	95	0,036
45	0,082	100	0,034
50	0,073		

Solubilité du tartre dans les liquides sucrés. — Dans le plâtrage à la cuve, la réaction a lieu dans un liquide contenant d'abord une assez grande quantité de glucose ; il était donc nécessaire de rechercher l'influence que la présence de ce corps pouvait exercer sur la solubilité du tartre. Les expériences qui ont été faites dans ce but, ont été exécutées avec une dissolution de glucose dans de l'eau pure, dont la densité déterminée à 15° a été trouvée de 1,094, ce qui correspond à 12°,5 Baumé. La table de MM. Graham, Hofmann et Redwood[1] donne 22,05 pour la quantité de glucose contenue dans 100 parties d'un sirop de glucose ayant cette densité. La présence d'une substance non volatile à 100° empêchant l'emploi de la méthode par évaporation, j'ai eu recours, pour déterminer la quantité de bitartrate, à l'analyse acidimétrique, dont la réaction acide de ce sel permettait de faire usage avec exactitude. Toutefois, pour plus de certitude, on a chaque fois analysé par la même méthode une dissolution aqueuse saturée à la même température et dans les mêmes conditions que la solution glucosique examinée; les légères corrections qu'on pouvait avoir à faire étaient données par la table de solubilité du bitartrate dans l'eau pure.

La liqueur alcaline contenait par litre 6^gr^,675 de potasse supposée anhydre (KO), ce qui donne pour une division de la burette 0^gr^,0006675.

[1] *Chem. Soc. quart. Journ.*, tom. V, pag. 229.

50^{cc} des dissolutions saturées dans les conditions décrites plus haut, ont exigé :

A 0° — 42 divisions, ce qui correspond à 0,112 de bitartrate.
A 6° — 56........................ 0,149
A 10° — 63........................ 0,168
A 24°,5—107,5...................... 0,287

La quantité de bitartrate dissoute dans les tubes ne contenant que de l'eau pure, a été trouvée de 0,118 à 0°, de 0,166 à 10° et de 0,525 à 24°,5; dans l'expérience faite à 0°, on a employé du bitartrate très-pur. En tenant compte des faibles corrections nécessaires pour rendre les résultats comparables, on peut construire, d'après les données précédentes, la table suivante, pour la solubilité du tartre dans une solution contenant 22,05 pour 100 de glucose.

0°	0,235	25	0,590
5°	0,280	30	0,705
10	0,335	35	0,840
15	0,405	40	0,990
20	0,490		

On voit que la présence du glucose diminue un peu la solubilité du bitartrate de potasse.

La nature du sucre paraît peu influer sur cette diminution de solubilité. En effet, dans une expérience faite avec une dissolution de sucre de canne contenant 22 parties de sucre sur 100 de sirop, 50^{cc} de cette dissolution, saturée de tartre a 10°,6, ont exigé 62 divisions de la solution de potasse; ce qui donne pour la solubilité du tartre dans ces conditions, 0,331, nombre très-rapproché de celui qu'on aurait obtenu en employant la solution glucosique.

Bien que le moût de raisin contienne essentiellement du glucose, il était cependant utile de rechercher si les autres principes qui le constituent avaient une influence appréciable sur la solubilité du tartre. Pour m'en assurer, j'ai fait l'expérience suivante sur du moût de terret-bourret. Il était indispensable d'éliminer préalablement le tartre contenu dans le moût ; dans ce

but, il a été traité par la baryte caustique jusqu'à neutralisation, filtré, puis concentré et neutralisé de nouveau ; la liqueur contenant encore des sels de baryte en dissolution, on a ajouté de l'alcool fort pour les précipiter. Après filtration, on a expulsé *totalement* l'alcool par distillation, et l'on a ajouté au résidu la quantité d'eau nécessaire pour amener le liquide à la densité de 1,07, qu'avait le moût avant le traitement. Ce liquide ne contenait plus de sel de baryte, car il ne s'est pas manifesté le plus léger trouble par l'addition de sulfate de soude ; il était aussi exempt de bitartrate ; mais comme il avait encore une légère réaction acide, on l'a exactement neutralisé avec une solution faible de potasse.

Le moût ainsi préparé a été mis au contact d'un excès de crème de tartre et maintenu pendant 16 heures à la température de 12° ; 50^{cc} ont exigé, pour leur neutralisation, 66 divisions de la liqueur alcaline, ce qui donne pour la solubilité 0,352. Le tableau précédent donnerait un nombre très-voisin pour la même température ; on peut donc considérer ce tableau comme donnant aussi la solubilité du tartre dans le moût des vins ordinaires.

En réunissant les données que nous venons d'obtenir, nous pouvons maintenant former le tableau suivant, dans lequel j'ai mis en regard les quantités de tartre qui sont dissoutes dans un litre d'eau alcoolisée à 10,5 pour 100, et de sirop de glucose contenant 22,05 pour 100 de ce sucre.

Température.	Eau pure.	Eau alcoolisée.	Sirop de glucose.
0	2,44	1,41	2,35
5	3,00	1,75	2,80
10	3,70	2,12	3,35
15	4,53	2,53	4,05
20	5,53	3,05	4,90
25	6,70	3,72	5,90
30	8,05	4,60	7,05
35	9,60	5,70	8,40
40	11,30	7,00	9,90

On voit que dans les limites de ces températures, qui comprennent les variations que peuvent avoir à supporter les vins ou la vendange, le tartre est

un peu plus soluble dans l'eau pure que dans l'eau contenant du glucose, mais que la présence de l'alcool diminue beaucoup sa solubilité. On peut donc en conclure que le tartre peut se dissoudre en bien plus grande quantité, abstraction faite de la température, avant la fermentation, que lorsque tout le sucre a été transformé en alcool.

II.

Si l'on se reporte à l'équation donnée au commencement de ce mémoire, on voit qu'après l'action du plâtre sur la crême de tartre, il n'y a dans la solution, si la réaction s'est effectuée en présence d'une quantité suffisante du premier de ces corps, que de l'acide tartrique et du sulfate neutre de potasse. Ces deux substances étant nécessairement en quantités équivalentes, on peut aussi admettre que dans la solution les acides sulfurique et tartrique se partagent la potasse, que l'équation suppose tout entière combinée au premier de ces acides. Dès-lors la solution peut être considérée comme contenant du tartrate acide de potasse et du bisulfate de la même base[1]. Si la réaction a lieu, comme c'est le cas dans le plâtrage à la cuve, en présence d'un excès des deux corps réagissants, la crême de tartre se trouvera en contact avec un dissolvant contenant, suivant la première supposition, du sulfate neutre de potasse, et dans la seconde du bisulfate ; il était donc utile

---

[1] Il ne faut pas s'étonner de l'incertitude qui existe sur le produit de la réaction du plâtre sur la crême de tartre ; nous n'avons, en effet, aucun moyen de constater dans une dissolution contenant à la fois plusieurs acides et plusieurs bases, quels sont les sels qui existent réellement dans le liquide. Dans le cas actuel, nous ne savons quel est celui des membres de l'équation

$$\left.\begin{matrix}KO\\KO\end{matrix}\right\} 2SO^3 + \left.\begin{matrix}HO\\HO\end{matrix}\right\} C^8H^4O^{10} = \left.\begin{matrix}KO\\HO\end{matrix}\right\} 2SO^3 + \left.\begin{matrix}KO\\HO\end{matrix}\right\} C^8H^4O^{10}$$

qui doit être considéré comme représentant les corps existant dans la dissolution ; toutefois il me paraît plus rationnel d'admettre les produits du second membre : l'expérience démontre, en effet, que ce sont bien ces sels qui tendent à prendre naissance, puisqu'une dissolution contenant des quantités convenables de sulfate neutre de potasse à laquelle on ajoute de l'acide tartrique, laisse déposer du bitartrate de potasse, et que dès-lors il reste nécessairement du bisulfate dans la liqueur.

de déterminer l'influence que chacun de ces sels peut exercer sur la solubilité du tartre.

Influence du sulfate neutre de potasse sur la solubilité du bitartrate de potasse. — Une solution contenant 4gr,14 de sulfate neutre de potasse par litre a été maintenue pendant six à sept heures, à la température de 12°,7, en présence d'un excès de bitartrate de potasse. 50cc ont laissé 0gr,320 après dessiccation complète à 100°; 50cc de la même solution ont exigé pour leur neutralisation 44 divisions de la liqueur alcaline, correspondant à 0gr,117 de bitartrate. En retranchant cette quantité de 0,320, on obtient le nombre 0,203, qui concorde aussi bien que possible avec le sulfate neutre que contient la liqueur. La présence de ce sel a donc abaissé la solubilité du tartre de 0,410 à 0,234.

Cette diminution considérable m'a conduit à examiner l'action d'une solution saturée de sulfate de potasse ; l'expérience a été faite avec les précautions ordinaires à la température de 12°,2. Il a suffi de 11 divisions de liqueur alcaline pour neutraliser les 50cc sur lesquels on a opéré ; ces 50cc ne contenaient donc que 0gr,029 de bitartrate. La solubilité n'est donc plus que 0,058, au lieu de 0,405 que donne pour 12°,2 la table des solubilités dans l'eau pure.

Des expériences parallèles ont été faites en employant de l'eau alcoolisée comme dissolvant. Dans une expérience, on a mis de l'eau contenant 10,3 pour 100 d'alcool et 4gr,10 de sulfate neutre de potasse par litre en présence d'un excès de bitartrate; la température était de 12°,7. 50cc ont donné un résidu de 0gr,250 et ont exigé 17 divisions de liqueur alcaline pour la neutralisation. On conclut de cette détermination qu'il a été dissous seulement 0gr,045 de bitartrate. La solubilité dans l'eau alcoolisée à 10,5 pour 100 serait de 0,233, tandis que dans les conditions de l'expérience elle devient 0,090. En présence d'une petite quantité d'alcool, l'action du sulfate de potasse est donc bien plus grande que dans l'eau pure.

Ces résultats m'ont conduit à faire des expériences en présence d'une plus grande quantité d'alcool, dans l'espoir que la crême de tartre pourrait être presque insoluble dans une dissolution contenant des quantités convenables

d'alcool et de sulfate de potasse, circonstance qui pouvait avoir quelque intérêt au point de vue de l'analyse.

On a opéré d'abord avec une liqueur alcoolisée à 25 °/₀ et saturée de sulfate de potasse. Après avoir été en contact pendant plusieurs heures, à 12°,2, avec de la crême de tartre, 50cc ont exigé pour leur neutralisation 3 divisions de la solution alcaline, ce qui correspond à 0gr,008 de bitartrate.

Dans une autre expérience, de l'eau alcoolisée à 26,6 pour 100, également saturée de sulfate de potasse (1gr,465 par 100cc), a été en contact pendant 24 heures avec du bitartrate à la température de 12°,4. Il a suffi de 5 gouttes de la liqueur alcaline, c'est-à-dire de 2 divisions, pour neutraliser 50cc de la dissolution, dont l'acidité était assez faible pour être sans action sur le papier de tournesol. Il ne s'était donc dissous que 0,005 de bitartrate. On voit que, dans ces conditions, une partie de bitartrate exige, pour se dissoudre, 10 000 parties environ de liquide.

Cette presque insolubilité permet évidemment de doser le tartre avec une exactitude suffisante. Je l'ai utilisée dans la méthode suivante, dont je fais usage dans mes recherches sur les vins, et qui m'a donné de bons résultats.

A 100cc du liquide à analyser (moût, vin, etc.), on ajoute 5gr de sulfate neutre de potasse en poudre fine, et lorsque ce sel est à peu près dissous, 50cc d'alcool à 85 centièmes. On agite à plusieurs reprises et on laisse déposer pendant vingt-quatre heures. Le précipité qui s'est formé contient alors la totalité du tartre, mélangé à du sulfate de potasse. Après l'avoir recueilli sur un filtre sans pli, et lavé deux ou trois fois avec une solution alcoolique à 30 pour 100, saturée de sulfate de potasse, on le dissout dans l'eau chaude, et l'on détermine le tartre par une liqueur titrée de potasse caustique[1].

Influence du bisulfate de potasse sur la solubilité du bitartrate de potasse. —A une solution contenant 0gr,400 d'acide sulfurique supposé anhydre, on a ajouté 0gr,870 de sulfate neutre de potasse, puis la quantité d'eau nécessaire pour porter le volume du liquide à 500cc; 50cc de cette liqueur ont exigé pour

---

[1] Ce procédé est surtout avantageux pour la détermination du tartre dans les liquides sucrés, auxquels je n'ai pu appliquer avec succès le procédé de M. Berthelot.

la neutralisation 70 divisions de la liqueur alcaline, ce qui correspond exactement à l'acidité de 0gr,040 d'acide sulfurique anhydre. On a fait agir la solution de bisulfate de potasse ainsi obtenue, sur du tartre à la température de 12°,4. 50cc ont alors exigé pour la neutralisation 163 divisions; en retranchant les 70 divisions qui représentent l'acidité du bisulfate, il reste 93 divisions employées à neutraliser le bitartrate, ce qui donne pour la quantité de ce sel dissous dans ces circonstances 0gr,248. La solubilité du bitartrate est donc devenue 0,596 au lieu de 0,405, nombre donné par la table et confirmé par une expérience faite avec de l'eau pure, dans des conditions entièrement identiques.

L'expérience suivante montre l'influence du bisulfate dans une liqueur alcoolisée à 10,3 pour 100. On a préparé comme ci-dessus, avec cette liqueur, une dissolution contenant dans 250cc,0gr,794 de bisulfate de potasse, et on l'a fait agir à 12°,2 sur un excès de bitartrate. 160 divisions de la liqueur alcaline ont été nécessaires pour neutraliser 50cc de la dissolution obtenue. Si l'on en retranche 91 divisions exigées par le bisulfate, il reste 69 divisions consommées par le bitartrate, ce qui correspond à 0gr,184 de ce sel. La solubilité devient donc dans ce cas 0,368, au lieu de 0,230, que donne la table pour l'eau alcoolisée, c'est-à-dire, comme dans l'expérience précédente, à peu près une fois et demie plus grande.

La réaction du sulfate de chaux sur le tartre commence, dans l'opération du plâtrage, sur un liquide contenant du glucose, et qui est encore exempt d'alcool; il était donc utile de constater, en présence de ce corps, l'influence de l'acidité de la liqueur sur la solubilité de la crême de tartre. Une dissolution contenant dans 100 centimètres cubes 22gr de sucre et 0gr,058 d'acide sulfurique anhydre, a été mise pendant sept heures en contact avec un excès de bitartrate à la température de 12°,1. 50cc ont alors exigé 135 divisions de liqueur alcaline pour leur saturation, tandis qu'il suffisait de 50 divisions pour neutraliser le même volume de la liqueur primitive; 85 divisions ont donc été employées par le tartre dissous, dont la quantité est par suite de 0gr,227. La solubilité du bitartrate se trouve ainsi portée de 0,365, que donne la table pour le glucose, à 0,454, augmentation très-considérable, bien que l'acidité de la liqueur fût sensiblement moindre que dans les expériences précédentes.

III.

L'ensemble des données qui précèdent permet d'aborder l'étude de l'action du plâtre, et d'expliquer les divers phénomènes qui peuvent se produire.

Il est évident que la quantité de bitartrate enlevée par le vin ne peut correspondre qu'à la solubilité de ce sel dans l'eau alcoolisée à la température du soutirage, laquelle est toujours inférieure à 35°, atteinte pendant la fermentation. Celle qu'il contient est bien moindre encore lorsqu'il a supporté le froid de l'hiver, et par conséquent il peut ne pas être saturé à la température ordinaire. J'ai dit que lorsqu'on faisait agir le plâtre sur un pareil vin, l'acidité ne changeait pas; mais on pouvait se demander si cela aurait encore lieu sur un vin saturé, une partie de la crême de tartre pouvant se déposer, si elle était plus insoluble, dans le nouveau milieu qui se forme. Les expériences citées plus haut démontrant que la solubilité de ce corps augmente en présence du bisulfate de potasse, il est permis d'affirmer que, même dans le cas de saturation, il n'y aura rien de changé dans l'acidité du vin, et que toute la potasse restera en dissolution.

Cette plus grande solubilité du bitartrate, en présence du sulfate acide de potasse, nous indique, de plus, que si la réaction s'effectue en présence d'un excès de tartre, comme cela a lieu dans le plâtrage à la cuve, le liquide pourra se charger d'une plus grande quantité d'acide tartrique qu'on ne le déduirait des tables de solubilité. Il ne faudrait pourtant pas croire que le plâtre réagira sur le bitartrate, tant que la limite de solubilité de ce sel dans le bisulfate ne sera pas atteinte. D'autres conditions dont je n'ai pas encore parlé, arrêtent le phénomène bien plus tôt. En effet, la réaction n'a lieu que parce qu'il peut se former un corps plus insoluble que le plâtre, le tartrate de chaux; or, ce dernier sel devient assez soluble en présence du bitartrate de potasse. Il en résulte que si le liquide se charge de quantités croissantes de tartre, l'insolubilité du tartrate de chaux ira en diminuant, et qu'il arrivera un moment où ce sel n'aura pas plus de tendance à se déposer que le sulfate de chaux. Dès ce moment, bien que la solution soit en présence d'un excès de tartre et de plâtre, la réaction ne peut continuer.

La présence simultanée du tartrate et du sulfate de chaux dans la dissolution est bien démontrée par les expériences suivantes : $0^{gr},80$ de sulfate de potasse et $0^{gr},69$ d'acide tartrique ont été dissous dans 200^{cc} d'eau alcoolisée à 10,5 pour cent. Ces quantités étant équivalentes, on peut admettre que la potasse se partage entre les deux acides; et la quantité de bitartrate que contiendrait la liqueur serait alors presque égale à celle qu'une expérience précédente nous a montrée pouvoir se dissoudre à 12°,7, en présence de la quantité de bisulfate qui se formerait; rien ne pouvait donc se déposer à cette température. Cette dissolution a été mise en digestion à la température de 12°,7 : 1° sur un excès de tartrate de chaux; 2° sur du sulfate de chaux pur.

Dans le premier cas, du sulfate de chaux ne peut se former qu'à la condition que le tartrate de chaux se dissolve et réagisse ensuite sur le bisulfate de potasse, ce qui donne une quantité équivalente de bitartrate de potasse. Mais la diminution du bisulfate rendant le bitartrate moins soluble, la formation du sulfate de chaux doit être accompagnée de la précipitation, non-seulement du bitartrate formé, mais encore d'une partie de celui qui existait déjà dans la liqueur, dont par suite l'acidité diminue. Il était donc facile de s'assurer s'il en était ainsi par un simple essai alcalimétrique. L'expérience a, en effet, démontré que l'acidité de la liqueur avait très-notablement diminué. Le résidu de l'évaporation avait peu varié, la perte en bitartrate compensant à peu près l'augmentation de poids due aux sulfate et tartrate de chaux dissous.

Dans le second cas, la liqueur ne pouvait se charger de tartrate de chaux que si le plâtre, en se dissolvant, réagissait sur le bitartrate de potasse, et par conséquent donnait lieu à la formation d'une nouvelle quantité de bisulfate. La quantité de ce sel augmentant, la solubilité du bitartrate augmente aussi, et par conséquent aucun sel acide ne peut se déposer. L'essai alcalimétrique a, en effet, montré qu'il n'y avait pas eu de variation dans l'acidité de la liqueur. Mais le résidu de l'évaporation avait augmenté de plus d'un dixième, quantité trop considérable pour être attribuée au sulfate de chaux seul; on a donc dû conclure à la formation d'une certaine quantité de tartrate de chaux, dont la solubilité dans une pareille liqueur était du reste démontrée par la première expérience.

Il y aura donc une limite à l'action du plâtre, que l'expérience peut seule apprendre. Les déterminations suivantes on été faites dans ce but. On a fait agir à la température de 33°, maintenue constante pendant 48 heures, 150cc d'eau alcoolisée à 10,5 pour 100, sur 2gr de sulfate de chaux pur et 4gr de bitartrate de potasse artificiel; le mélange était contenu dans un flacon bouché que l'on agitait fréquemment. Le liquide restant un peu louche, malgré le repos, a été rapidement filtré et soumis aux essais suivants :

1° 50cc de cette liqueur ont été immédiatement essayés avec la solution alcalimétrique ; 0gr,105 de potasse anhydre ont été nécessaires pour la neutraliser.

2° La liqueur ainsi saturée a laissé par évaporation au bain-marie et dessiccation à 100°, un résidu pesant 0gr,527.

3° Après incinération, le poids du résidu précédent s'est réduit 0gr,372.

4° 50cc de la dissolution sursaturée par l'ammoniaque et chauffée jusqu'à complète dissolution des cristaux qui s'étaient déposés, ont été traités par de l'oxalate d'ammoniaque. Le précipité désséché, puis transformé en carbonate par calcination, a donné 0gr,023 de carbonate de chaux.

5° La liqueur séparée du précipité d'oxalate de chaux a été évaporée à sec ; le résidu incinéré a été redissous dans de l'acide chlorhydrique faible et précipité par le chlorure de baryum. On a obtenu 0gr,237 de sulfate de baryte.

6° 25cc de la dissolution primitive ont été évaporés au bain-marie et ont laissé après dessiccation à 100° 0gr,211 ; le poids des matières dissoutes dans 50cc est donc de 0,422. Le résidu incinéré et repris par l'eau bouillante a donné une solution légèrement alcaline.

La détermination du sulfate de baryte, celle du carbonate de chaux et l'essai acidimétrique, donnent la composition suivante pour 50cc de la dissolution :

Acide sulfurique anhydre............	0,gr081
Acide tartrique anhydre....	0, 193
Potasse anhydre..................	0, 105
Eau basique......................	0, 020
Chaux..........................	0, 015
	0,gr412

nombres qui s'accordent parfaitement avec le poids des résidus des deux évaporations et de l'incinération indiqués plus haut. On peut en déduire les deux compositions suivantes, rapportées à 100^{cc} d'eau alcoolisée, suivant que l'on admet, comme produit de la réaction, du sulfate neutre de potasse et de l'acide tartrique, ou bien du bisulfate et du bitartrate.

Sulfate neutre de potasse..	0^{gr},310
Acide tartrique..........	0, 267
Bitartrate de potasse......	0, 173
Sulfate de chaux........	0, 033
Tartrate de chaux........	0, 041
	0^{gr},824

Bisulfate de potasse.......	0^{gr},242
Bitartrate de potasse.....	0, 508
Sulfate de chaux........	0, 033
Tartrate de chaux.......	0, 041
	0^{gr},824

Quant aux sulfate et tartrate de chaux, l'expérience, tout en démontrant l'existence de ces deux sels, ne donne aucun moyen d'en déterminer les proportions relatives; mais on sera très-près de la vérité en supposant, comme je l'ai fait, que la chaux s'est partagée entre les acides tartrique et sulfurique.

Une expérience toute semblable a été faite en substituant à l'eau alcoolisée de l'eau pure. La liqueur, filtrée immédiatement au sortir de l'étuve, a exigé par 50^{cc}, 0^{gr},176 de potasse anhydre pour la neutralisation. De même que dans le cas précédent le résidu de l'évaporation, qui pour 50^{cc} était de 0^{gr},788, a donné après incinération une réaction légèrement alcaline, ce qui démontre que, dans ce cas encore, il y a plus de potasse qu'il n'en faut pour saturer tout l'acide sulfurique. Quant à la chaux en dissolution dans cette liqueur, elle a été trouvée égale à 0^{gr},036, quantité plus que double de celle qui existait dans l'eau alcoolisée. Ces données suffisent pour démontrer que dans l'eau pure les choses se passent de la même manière qu'en présence de l'eau alcoolisée, avec cette différence toutefois que la réaction entre le plâtre et le bitartrate est plus énergique, et que les sels dissous sont à peu près en quantité double [1].

Les résultats obtenus avec l'eau alcoolisée démontrent que, malgré la présence d'un grand excès de plâtre, la liqueur ne contient, tant à l'état de tartrate qu'à l'état de sulfate, qu'une quantité très-minime de chaux, car elle

---

[1] Ce résultat était facile à prévoir; j'ai dû cependant insister sur les expériences décisives qui l'établissent, une opinion diamétralement opposée ayant été émise.

ne s'élève qu'à 0gr,26 par litre. Une autre conséquence importante des mêmes déterminations est que, indépendamment de l'acide tartrique qui se trouve, comme produit de la réaction du plâtre, en quantité équivalente au sulfate neutre de potasse, la liqueur contient encore une quantité très-notable de bitartrate, quantité qui s'est élevée en effet à 1gr,730 par litre. La raison en est que lorsque l'action du plâtre sur le bitartrate s'arrête par les causes déjà indiquées, la liqueur prend la quantité de tartre qui lui est nécessaire pour compléter la saturation dans les conditions d'acidité où elle se trouve.

Reportons-nous maintenant à ce qui se passe lors du plâtrage à la cuve. Dans le premier moment de la fermentation, le plâtre se trouve en contact avec un liquide contenant du glucose et très-peu d'alcool; la présence du glucose diminuant à peine, comme nous l'avons vu, la solubilité du tartre, la réaction semblerait au premier abord devoir s'effectuer avec presque autant d'intensité que dans l'expérience précédente faite avec l'eau pure. Il n'en est pourtant pas ainsi; car, outre que la température est d'abord moins élevée, le tartre encore retenu en partie par la pulpe, comme nous le verrons plus loin, ne peut être considéré comme étant en excès, ainsi qu'il le sera plus tard lorsque, par suite des progrès de la fermentation, cette pulpe sera désagrégée. Si l'on ajoute à ces considérations que la solubilité du tartre dans l'eau sucrée vers 25°, et dans l'eau alcoolisée vers 35°, est représentée à peu près par le même nombre, on peut admettre que la moindre solubilité du tartre, à mesure que le liquide devient plus riche en alcool, est compensée par l'accroissement de la solubilité de ce sel avec l'élévation de la température, et par suite que, malgré le changement du milieu, l'intensité de la réaction atteint son maximum au moment où la température est la plus élevée. La formation de l'alcool n'aurait donc pas pour effet de déterminer la précipitation d'un excès de bitartrate dissous dans des conditions plus favorables, et l'on est autorisé à considérer les résultats donnés par l'expérience faite avec l'eau alcoolisée à 10,5 pour cent, comme entièrement applicables aux effets produits sur le vin par le plâtrage de la vendange.

Je dois toutefois faire remarquer que, dans cette expérience, la température n'était que de 35°, tandis que bien souvent elle s'élève dans la cuve jusqu'à 39°. Les nombres trouvés pour les sels dissous seront donc, en général, dépassés. En s'appuyant sur ce que la quantité de tartre obte-

nue dans cette expérience, est à peu près égale au nombre donné par la table de solubilité dans l'eau alcoolisée pour 33°, on pourrait même calculer approximativement, au moyen de cette table, quelle serait la quantité de bitartrate qui peut entrer encore en dissolution au moment de la plus haute température. Mais il ne faut pas oublier que, lors du décuvage, la chaleur a bien diminué et que du tartre a dû se déposer ; les nombres cités plus haut peuvent donc être considérés comme donnant une limite supérieure en ce moment.

J'ai dit que l'action s'arrête par suite de l'équilibre qui s'établit entre les diverses solubilités des sels dissous ; mais il est évident que si la température vient à s'abaisser, cet équilibre sera rompu et que les substances se déposeront dans le rapport de leurs solubilités relatives, de manière à constituer un nouvel équilibre stable, à la température à laquelle est porté le liquide; du tartre devra donc se déposer. D'après cela, il était intéressant de déterminer directement si, malgré ce dépôt, la solution provenant de l'action du plâtre était plus riche en tartre qu'une liqueur obtenue à la même température par voie de simple dissolution, et soumise ensuite au plâtrage. C'est le but que je me suis proposé en faisant les expériences suivantes.

De l'eau contenant 10,5 pour cent d'alcool a été maintenue pendant vingt-quatre heures dans l'étuve à air chaud, en présence d'un excès de sulfate de chaux et de bitartrate de potasse, puis décantée et abandonnée à la température de 12°, jusqu'à ce qu'elle cessât de laisser déposer des cristaux de bitartrate. Cette liqueur possédait alors une acidité correspondant à celle de 2gr,11 d'acide tartrique. Lorsqu'au lieu d'opérer de cette manière, je me suis borné à faire réagir le plâtre sur une solution simplement saturée de tartre à la température de 12°, j'ai obtenu une liqueur qui ne contenait plus que 0gr,97 d'acide tartrique libre. On voit que ces deux conditions ne font que reproduire, l'une le plâtrage à la cuve, l'autre le plâtrage du vin fait et dépouillé. Aussi ces résultats sont-ils pleinement confirmés par les expériences suivantes. En analysant du vin dont la fermentation s'était accomplie en présence d'un excès de plâtre (1k par hectolitre), j'ai trouvé 2gr,17 de potasse à l'état de sulfate, et 3gr,50 d'acide tartrique libre ; le vin provenant des mêmes raisins fermentés sans addition de plâtre, ne contenait que 0gr,585 de potasse à l'état de bitartrate, ce qui correspond

à $1^{gr},86$ seulement d'acide tartrique supposé libre. Si ce dernier était ultérieurement soumis à l'action du plâtre, on éliminerait la moitié de cet acide à l'état de tartrate de chaux, et par conséquent le vin n'en contiendrait plus que $0^{gr},93$ par litre.

Ainsi, l'addition d'une quantité suffisante de plâtre à la vendange aura pour effet de faire passer dans le vin la presque totalité de la potasse contenue dans le raisin à l'état de tartre [1], et par là d'augmenter la richesse de ce liquide en acide tartrique, sans introduire une quantité sensible de chaux. Il n'est donc pas étonnant que le vin plâtré laisse déposer dans les tonneaux des quantités de tartre au moins égales à celles qu'abandonnent les vins qui n'ont pas subi cette opération.

Les marcs des vins plâtrés à haute dose doivent nécessairement perdre une quantité considérable de potasse, conclusion qui explique ce fait, qui n'avait pas échappé à la sagacité de M. H. Marès, que ces marcs ont une bien moindre valeur comme engrais que ceux des vins peu ou point plâtrés.

Le tableau des solubilités donné plus haut ne peut pas indiquer même approximativement la quantité de tartre contenu dans *tous* les vins ; il faut, en effet, tenir compte de ce fait important, que la majeure partie de bitartrate est retenue dans la pulpe du raisin, qui ne l'abandonne au liquide qu'après avoir été désagrégée ou détruite par la fermentation. C'est ce que démontrent les déterminations suivantes :

1° 100^{cc} d'un vin rouge non plâtré, de la récolte de 1864, additionnés de 5^{gr} de sulfate neutre de potasse et de 50^{cc} d'alcool à 85 pour cent, ont donné un précipité contenant $0^{gr},348$ de bitartrate, c'est-à-dire $3^{gr},48$ par litre.

2° 100^{cc} d'un vin blanc de terret-bourret [2], traités de la même manière, n'ont donné que $0^{gr},163$ de tartre, ce qui équivaut à $1^{gr},63$ par litre.

On voit donc que le vin qui n'a pas été en contact avec la pulpe pendant

---

[1] La quantité de raisins du Midi qui donne un litre de vin, contient environ 8 à 9 gram. de tartre, ce qui correspond à 2 gram., ou à $2^{gr},25$ de potasse.

[2] On sait que ces vins sont obtenus en portant directement le raisin sous le pressoir et recueillant le moût qui s'écoule. Le vin blanc qui résulte de la fermentation de ce moût n'a donc pas été en contact avec le marc.

la fermentation, contient à peine la moitié du bitartrate qui existe dans ceux qui ont fermenté en présence du marc. Pour mettre ce résultat important à l'abri de toute objection, j'ai encore fait l'expérience suivante sur deux vins provenant du même cépage ; l'un était un vin rouge d'aramon (non plâtré), l'autre un vin dit rosé, qui, étant resté sur le marc pendant douze heures, se serait évidemment saturé, s'il avait été réellement en contact avec le bitartrate libre :

1° 100cc du vin rouge ont donné 0gr,216 de bitartrate de potasse, ou 2gr,16 par litre.

2° 100cc du vin rosé ont donné 0gr,124 de tartre, c'est-à-dire 1gr,24 par litre.

Les mêmes rapports continuent cependant à exister, bien que le vin rosé ne contînt, au moment du soutirage, qu'un pour cent d'alcool, et que le bitartrate soit bien plus soluble, comme nous l'avons vu, dans les liqueurs chargées de glucose que dans les liquides alcooliques.

Le vin ne peut donc contenir la quantité normale de tartre, qu'à la condition d'avoir été pendant un temps suffisant en contact avec le marc ; plus tard, au contraire, rien n'empêche le vin de se saturer, car, par suite de la désagrégation de la pulpe, il se trouve en présence de tartre susceptible d'entrer immédiatement en dissolution, condition nécessaire pour que les expériences de plâtrage faites avec l'eau alccolisée soient applicables aux vins. Pour démontrer qu'il en est bien ainsi, j'ai fait l'essai suivant : J'ai fait digérer à une chaleur modérée, dans 500cc d'eau et en présence de plâtre, 100gr de marc, correspondant à 1 litre de vin rouge. 50cc de la liqueur filtrée ont été évaporés à sec, pour chasser l'acide acétique, et traités par la solution alcaline. Cet essai a démontré que 2gr environ de bitartrate avaient pris part à la réaction pour les 100gr de marc. On voit donc que, sous la seule influence du plâtre, celui-ci a abandonné au liquide une quantité notable d'acide tartrique, bien que la durée de l'expérience n'eût pas été assez prolongée pour que l'action fût entièrement épuisée.

CONCLUSIONS.

En résumé, on peut conclure que le plâtre, tel qu'il est employé dans la pratique, produit les effets suivants :

1° Il clarifie et augmente les chances de conservation du vin, en précipitant, par une action toute mécanique, des substances très-altérables;

2° Il n'augmente pas d'une manière sensible la chaux contenue dans le vin ;

3° Il élève le degré acidimétrique du vin, et par là en avive la couleur et en assure la stabilité;

4° Il fait passer, du marc dans le vin, la moitié de l'acide tartrique, qui, sans son intervention, resterait dans le marc à l'état de tartre ;

5° Il introduit dans le vin la presque totalité de la potasse qui se trouve dans le marc à l'état de bitartrate; cette base y est combinée en partie avec l'acide sulfurique, en partie avec l'acide tartrique.

Les données précédentes ne sont pas les seules dont nous ayons besoin pour nous prononcer sur la question du plâtrage. On sait, par les beaux travaux de M. Pasteur, que la plupart des altérations des vins sont corrélatives de la présence et de la multiplication de végétaux microscopiques. Les maladies spontanées qui ont pour résultat de donner des vins amers, acides, piqués, tournés, filants, etc., proviennent en effet, d'après cet éminent chimiste, de ferments organisés dont les germes se développent lorsque certaines circonstances de température, de variations atmosphériques ou

d'exposition à l'air, permettent leur évolution ou leur introduction dans les vins.

La nature du milieu doit évidemment avoir une grande importance dans la production de phénomènes de cet ordre, et dès-lors on conçoit que le plâtrage pourrait avoir, à ce point de vue, une influence qu'il est intéressant de déterminer. Je cherche en ce moment si une telle influence existe réellement, en opérant comparativement sur des vins de même origine, et dont l'un seulement a subi l'action du plâtre.

RECHERCHES

SUR

LES DÉRIVÉS DE QUELQUES SULFOCYANURES

DE RADICAUX ALCOOLIQUES,

Par M. F. JEANJEAN.

Les sels ammoniacaux ont la propriété remarquable de donner naissance, en perdant un nombre pair d'équivalents d'eau, à des composés particuliers qui sont connus sous le nom générique d'amides ou de corps amidés, et qui peuvent être rapportés au type ammoniaque. Ces corps sont neutres ou acides, suivant qu'ils proviennent d'un sel neutre ou d'un sel acide. Parmi ces composés, les plus remarquables sont certainement ceux qui dérivent des combinaisons de l'ammoniaque avec l'acide carbonique. Cet acide étant bibasique, forme avec cet alcali un sel acide et un sel neutre; le premier, par la perte de deux équivalents d'eau, donne un acide amidé, l'acide carbamique, qui, il est vrai, n'est connu qu'à l'état de combinaison, et en perdant quatre équivalents d'eau, un imide, l'acide cyanique; le second devient, lorsqu'on lui enlève quatre équivalents d'eau, un des corps les plus importants de la chimie organique, la carbamide ou urée.

Autour de l'acide carbamique et de l'urée se groupent une série de corps qui n'en diffèrent que par la substitution de radicaux hydrocarbonés à une ou plusieurs des molécules d'hydrogène qu'ils renferment.

L'analogie des fonctions remplies par le soufre et par l'oxygène, et l'existence de l'acide sulfocarbonique, qui ne diffère de l'acide carbamique que parce que l'oxygène y est remplacé par du soufre, rendent probable l'existence de composés sulfurés ayant une constitution complètement semblable aux dérivés des combinaisons de l'ammoniaque avec l'a-

cide carbonique. Mais on n'en connaît encore qu'un très-petit nombre ; et c'est dans l'espérance de combler au moins en partie cette lacune que j'ai entrepris les recherches contenues dans ce travail.

Dans la première partie, je m'occuperai des corps sulfurés qui peuvent être rangés à côté de la carbamide ; la seconde partie comprendra ceux qui doivent être rapprochés de l'acide carbamique ; enfin je consacrerai les deux dernières parties à l'étude de l'action des éthers halogènes sur les composés sulfurés précédemment obtenus et sur les corps de constitution analogue.

URÉES SULFURÉES.

J'ai réuni dans cette première partie ceux des nouveaux composés sulfurés qui peuvent être rapportés au type urée, bien que l'un d'eux, la sulfocarbamide ou urée sulfurée simple, ait été obtenu au moyen de corps nouveaux, les éthers sulfocarbamiques, dont le mode de préparation et la description complète ne seront donnés que dans le second chapitre de ce travail.

Sulfocarbamide. — L'ammoniaque gazeuse et sèche[1] liquéfie immédiatement le sulfocarbamate d'éthyle, avec production notable de chaleur : si l'on maintient le liquide ainsi obtenu dans une atmosphère d'ammoniaque, au bout de quinze jours tout se prend en masse cristalline formée d'aiguilles incolores. Ces cristaux sont baignés d'un liquide très-odorant, que l'éther dissout avec facilité ; en traitant à plusieurs reprises par ce dissolvant, on enlève complètement le liquide qui baigne la masse, et qui est du mercaptan.

Les cristaux obtenus dans cette réaction sont sous forme d'aiguilles blanches très-fines, solubles dans l'eau et l'alcool ; ils rougissent énergiquement les persels de fer comme le font les sulfocyanures, et dégagent de l'ammoniaque par les alcalis et leurs carbonates. Ces derniers caractères sont ceux du sulfocyanure d'ammonium, dont cette substance a la composition.

Expérience.		Calcul.	
Carbone......	15,84	C^2.......	15,79
Hydrogène....	5,78	H^4.......	5,27
Azote.........	36,63	Az.......	36,84
Soufre........	41,31	S^2.......	42,10
			100,00

[1] L'ammoniaque en solution aqueuse dissout le sulfocarbamate d'éthyle, et par l'évaporation de la solution il se sépare une huile incolore à odeur d'ail, pendant qu'il se dépose des cristaux très-déliquescents de sulfocyanure d'ammonium.

Mais si l'on remarque que ces cristaux ne sont pas déliquescents (après une exposition de quinze jours à l'air libre ils n'étaient pas encore altérés), on ne peut pas les confondre avec du sulfocyanure d'ammonium. D'ailleurs, voici d'autres caractères qui distinguent ces deux corps : le nitrate de plomb, qui précipite abondamment le sulfocyanure d'ammonium, n'agit pas sur eux. Tandis que le sulfocyanure d'ammonium n'est pas altéré par le bioxyde de mercure précipité, les cristaux dont je m'occupe actuellement noircissent immédiatement par leur contact avec le bioxyde de mercure ; il y a en même temps un dégagement notable de chaleur, la masse devient pâteuse et se solidifie ensuite.

Le sulfhydrate de sulfure de potassium en solution alcoolique dégage de l'ammoniaque au contact de ces cristaux.

Mais après ébullition avec de l'eau, ce corps possède toutes les propriétés du sulfocyanure d'ammonium ; il se produit dans ce cas une modification isomérique analogue à celle qui transforme le cyanate d'ammoniaque en urée.

Ces différences, et surtout le mode de génération, permettent de considérer ce corps comme de la sulfocarbamide ou urée sulfurée, isomère du sulfocyanure d'ammonium.

La réaction qui lui donne naissance est exprimée par l'équation

$$C^6H^7AzS^4 + AzH^3 = C^4H^6S^2 + C^2Az^2H^4S^2$$

Éthylurée sulfurée. — Si l'on fait agir sur le sulfocyanure d'éthyle de l'ammoniaque parfaitement desséchée, on n'observe pas de formation des produits noirs que l'on obtient dans le cas où l'ammoniaque est humide[1], et la nature de la réaction change complètement.

On introduit dans l'une des branches d'un tube recourbé (comme celui qui sert à la liquéfaction du gaz ammoniac) du chlorure d'argent ammoniacal, et dans l'autre du sulfocyanure d'éthyle, puis on ferme l'appareil à la lampe ; en chauffant la branche qui contient le chlorure d'argent et plongeant celle qui contient le sulfocyanure d'éthyle dans un mélange réfrigérant, on voit bientôt se former deux couches liquides ; si on agite de temps en temps, de manière à établir un contact intime, les parois du tube se recouvrent de cristaux parfaitement définis ; le procédé suivant a l'avantage de les fournir en quantité plus considérable.

On dissout du sulfocyanure d'éthyle dans cinq ou six fois son volume d'éther à peu

---

[1] L'ammoniaque liquide ordinaire transforme le sulfocyanure d'éthyle en urée normale, cyanure d'ammonium et bisulfure d'éthyle, comme l'indique l'équation :

$$\underbrace{2C^6H^5AzS^2}_{\text{Sulfocyanure d'éthyle.}} + 2AzH^4O = C^8H^{10}S^4 + \underbrace{C^2AzO.AzH^4O}_{\text{Urée.}} + \underbrace{C^2Az^2H^4}_{\text{Cyanure d'ammonium.}}$$

Les eaux-mères de l'urée contiennent d'ailleurs du formiate d'ammoniaque produit par la décomposition du cyanure d'ammonium.

près anhydre, puis on fait passer dans cette solution un courant d'ammoniaque soigneusement desséchée par de la chaux (il vaut mieux faire passer souvent l'ammoniaque sans prolonger trop longtemps le dégagement); au bout de huit ou dix jours, on ajoute de l'eau en excès à l'éther, on agite à plusieurs reprises, puis on évapore la solution aqueuse; on obtient ainsi des cristaux blancs, et on peut retirer de la solution éthérée le sulfocyanure d'éthyle non altéré, qui peut servir à une nouvelle opération.

Les cristaux purifiés par plusieurs cristallisations ont pour formule $C^6H^8Az^2S^2$, comme cela résulte des analyses suivantes :

	Expérience.			Calcul.	
	I	II	III		
Carbone.....	34,54	34,56	34,59	C^6....	34,61
Hydrogène...	7,77	7,75	7,78	H^8....	7,69
Azote.......	27,00	26,80	26,90	Az^2...	26,92
Soufre......	30,62		30,78	S^2....	30,78
					100,00

Les analyses précédentes montrent donc qu'il s'est produit de l'éthylurée sulfurée ; sa formation s'explique facilement.

$$C^6H^5AzS^2 + AzH^3 = Az^2 \left\{ \begin{array}{l} C^2S^2 \\ H(C^4H^5) \\ H^2 \end{array} \right.$$

Ce corps se présente sous la forme d'aiguilles brillantes solubles dans l'eau; par l'action de la potasse, la solution dégage un gaz alcalin et contient du sulfure sans trace de sulfocyanure. Les cristaux eux-mêmes ne colorent pas en rouge les sels ferriques, mais les eaux-mères rougissent énergiquement les persels de fer à la façon des sulfocyanures. Par l'action de la chaleur, il se dégage un gaz alcalin susceptible de brûler avec une flamme jaune; c'est probablement de l'éthylamine.

Méthylurée sulfurée. — En faisant agir l'ammoniaque sèche [1] sur le sulfocyanure de

[1] Par l'action de l'ammoniaque aqueuse sur le sulfocyanure de méthyle, il se produit, mais plus rapidement encore qu'avec le sulfocyanure d'éthyle, des matières noires poisseuses, souillant des cristaux d'urée ordinaire; il se produit dans ce cas une réaction identique à celle que j'ai indiquée pour le sulfocyanure d'éthyle, et l'on obtient du bisulfure de méthyle et de l'urée, comme l'indique la formule suivante :

$$\underbrace{2(C^4H^3AzS^2)}_{\text{Sulfocyanure de méthyle.}} + 2(AzH^4O) = \underbrace{2(C^2H^3S^2)}_{\text{Bisulfure de méthyle.}} + \underbrace{C^2AzO.AzH^4O)}_{\text{Urée.}} + \underbrace{C^2Az^2H^4}_{\text{Cyanure d'ammonium.}}$$

méthyle dissous dans l'éther, j'espérais obtenir la méthylurée sulfurée ; mais en opérant comme je l'ai indiqué, il s'est produit après évaporation de la solution une matière poisseuse jaune, déliquescente, dégageant un gaz alcalin par l'action de la potasse, mais dont la purification n'a pu être effectuée ; son mode de formation tendrait cependant à faire considérer ce produit comme de la méthylurée sulfurée.

L'ammoniaque gazeuse et sèche agit sur le sulfocarbamate de méthyle comme sur celui d'éthyle ; les premières bulles de gaz ammoniaque déterminent la liquéfaction du sulfocarbamate de méthyle ; la masse abandonnée dans un flacon bouché, se solidifie brusquement au bout d'une vingtaine de jours environ, en affectant la forme cristalline. A l'ouverture du flacon, il se dégage du sulfhydrate d'ammoniaque. Ces cristaux purifiés par l'éther jouissent de quelques propriétés du sulfocyanure d'ammonium, sans les posséder toutes ; de sorte qu'en tenant compte du mode de génération et de la complète ressemblance de ce composé avec celui obtenu dans les mêmes circonstances avec le sulfocarbamate d'éthyle, on est amené à le considérer comme de la sulfocarbamide, et à représenter la réaction qui se produit dans ce cas par la formule :

$$\left.\begin{matrix} Az(C^2S^2)''H^2 \\ C^2H^3 \end{matrix}\right\} S^2 + AzH^3 = \left.\begin{matrix} C^2H^3 \\ H \end{matrix}\right\} S^2 + Az \left\{\begin{matrix} (C^2S^2)''AzH^2 \\ H \\ H \end{matrix}\right.$$

On a d'ailleurs constaté que le liquide dissous par l'éther jouissait des propriétés du mercarptan méthylique.

L'ammoniaque en solution aqueuse n'agit pas sur le sulfocyanure d'amyle comme sur les autres sulfocyanures alcooliques étudiés précédemment ; un mélange de ces deux corps reste incolore pendant très-longtemps, et, la solution aqueuse surnageant, le sulfocyanure ne laisse par évaporation que des traces de composés cristallisés qui paraissent cependant être de l'urée ordinaire.

L'ammoniaque gazeuse n'agit pas non plus sur le sulfocyanure d'amyle.

L'ammoniaque gazeuse et sèche liquéfie le sulfocarbamate d'amyle, mais beaucoup plus lentement que les autres éthers sulfocarbamiques, et au bout de quelques jours la solidification s'effectue ; mais la transformation en un corps isomère du sulfocyanure d'ammonium n'est pas complète, il faut traiter de nouveau par l'ammoniaque liquide ; quelquefois même après ce nouveau traitement, on trouve une assez grande quantité de sulfocarbamate inaltéré.

ÉTHERS SULFOCARBAMIQUES.

Tous les éthers sulfocarbamiques ont été obtenus en faisant réagir l'hydrogène sulfuré sur les éthers sulfocyaniques. Quant à ces derniers corps, ils ont été préparés en distillant

---

Une solution aqueuse d'éthylamine additionnée de sulfocyanure de méthyle se transforme en matières brunes, comme cela arrive avec l'ammoniaque.

un mélange de sulfocyanure de potassium et de sulfovinate de potasse, dans le cas de l'éther éthylsulfocyanique; le sulfovinate de potasse était remplacé par son homologue quand on voulait obtenir l'éther sulfocyanique correspondant à un autre alcool.

Sulfocarbamate d'éthyle. — Au contact de l'eau, le cyanate d'éthyle se dédoublant en acide carbonique et diéthylurée, il me semblait naturel d'admettre que le sulfocyanure d'éthyle se comportât d'une manière analogue sous l'influence de l'hydrogène sulfuré, et qu'il se produisît la réaction indiquée par l'équation suivante :

$$2(C^6H^5AzS^2) + 2HS = C^{10}H^{12}Az^2S^2 + 2CS^2$$

Sulfocyanure d'éthyle. — Diéthylurée sulfurée.

Pour vérifier expérimentalement cette hypothèse, j'ai fait passer de l'hydrogène sulfuré desséché dans un flacon de Woulf contenant du sulfocyanure d'éthyle; après quelque temps le sulfocyanure, d'abord incolore, était devenu jaunâtre, et j'observai un accroissement notable de température. Au bout de deux jours, pendant lesquels l'hydrogène sulfuré s'était dégagé constamment, je distillai le liquide contenu dans le flacon de Woulf; des cristaux s'étant sublimés, j'arrêtai bientôt la distillation; le liquide restant dans la cornue se solidifia par refroidissement. Comme le liquide recueilli à la distillation était du sulfocyanure d'éthyle non altéré, j'ai renouvelé l'expérience, en prolongeant le dégagement de l'hydrogène sulfuré ; après dix jours, tout le sulfocyanure d'éthyle s'est pris en masse cristalline baignée d'un peu de liquide d'une odeur d'ail très-désagréable et très-persistante.

J'ai recommencé la même expérience en me plaçant dans des conditions diverses, et j'ai constaté que le même phénomène se produisait avec l'hydrogène sulfuré simplement lavé et non desséché; c'est même le procédé que j'ai employé depuis. J'ai constaté aussi qu'il fallait que la température extérieure ne fût pas trop élevée.

On peut aussi obtenir facilement le même produit en mettant le sulfocyanure d'éthyle en contact avec du bisulfure d'hydrogène; au bout de quelques instants, une réaction très-vive se manifeste, la masse se solidifie, en laissant déposer du soufre en abondance; en traitant cette masse solide par l'alcool ou l'éther, on peut séparer le soufre et obtenir par des cristallisations répétées un produit pur.

Voici les résultats des analyses effectuées sur des matières provenant de préparations différentes purifiées par trois ou quatre cristallisations dans l'éther:

	Expérience.					Calcul.	
	I	II	III	IV	V		
Carbone.....	29,84	29,60	29,30	29,39	29,16	C^6.....	29,75
Hydrogène...	5,92	5,91	6,15	5,91	6,14	H^7....	5,78
Azote........	11,30	11,31	»	»	11,58	Az....	11,58
Soufre.......	52,99	52,04	»	»	52,48	S^4.....	52,89
							100,00

La réaction qui donne naissance à ce composé est des plus simples, car on a :

$$C^6H^5AzS^2 + 2HS = C^6H^7AzS^4$$

Ce résultat montre que la réaction ne s'effectue pas entre le sulfocyanure d'éthyle et l'hydrogène sulfuré, comme elle se produit avec l'eau et le cyanate d'éthyle.

La formule $C^6H^7AzS^4$ n'est autre chose que celle de l'uréthane, dans laquelle on remplacerait l'oxygène par le même nombre d'équivalents de soufre. Elle peut aussi être considérée comme exprimant la composition du corps résultant de la substitution d'un équivalent d'éthyle à un équivalent d'hydrogène dans l'acide sulfocarbamique:

$$\left.\begin{matrix} Az(C^2S^2)''H^2 \\ H \end{matrix}\right\} S^2$$

et comme dans cette formule on peut remplacer par de l'éthyle aussi bien l'hydrogène basique que celui qui fait partie du radical $Az(C^2S^2)''H^2$, on obtient les deux formules :

$$\left.\begin{matrix} Az(C^2S^2)''H^2 \\ C^4H^5 \end{matrix}\right\} S^2 = \text{Sulfocarbamate d'éthyle.}$$

$$\left.\begin{matrix} Az(C^2S^2)''HC^4H^5 \\ H \end{matrix}\right\} S^2 = \text{Acide éthylsulfocarbamique.}$$

qui correspondent toutes les deux à la formule brute $C^6H^7AzS^4$; on voit que les réactions et les propriétés de ce composé peuvent seules décider à laquelle des deux formules précédentes il convient de s'arrêter.

Le corps ainsi obtenu se présente sous forme de prismes rhomboïdaux obliques souvent très-volumineux, fusibles de 30 à 32°; il conserve l'état liquide, malgré un abaissement notable de température au-dessous de 32°, mais par le contact d'un corps solide la cristallisation se produit immédiatement. Il ne se décompose que vers 110°, en fournissant un liquide qui reste limpide jusqu'à 170° ; à partir de ce moment, il se sublime des cristaux jaunes; quant aux produits qui passent à la distillation, ils se composent de sulfhydrate d'ammoniaque et de divers corps volatils qui, séparés par distillation fractionnée et analysés, ont été reconnus pour être du bisulfure d'éthyle, du mercaptan éthylique, du mercaptan méthylique, et probablement aussi du monosulfure d'éthyle.

Peu solubles dans l'eau, ces cristaux sont très-solubles dans l'alcool et dans l'éther ; la solution alcoolique est neutre , mais si on la chauffe elle rougit franchement la teinture de tournesol; par leur ébullition avec l'eau, les cristaux se décomposent, la liqueur devient acide et colore en rouge de sang les persels de fer.

Si on chauffe ces cristaux avec des carbonates (même des carbonates insolubles, celui de baryte par exemple), en présence de l'eau, il se forme de l'acide carbonique, du mercaptan qui distille et du sulfocyanure de baryum qui reste mêlé à l'excès de carbonate de baryte employé :

$$C^6H^7AzS^4 + MOCO^2 = C^2AzMS^2 + C^4H^6S^2 + CO^2 + HO$$

Une solution alcoolique de potasse décompose rapidement les cristaux, il se forme du sulfocyanure de potassium et du mercaptan.

Une solution aqueuse de potasse agit de la même manière à froid, mais avec plus de lenteur.

La potasse solide agit à la température ordinaire sur les cristaux ; il se produit un dégagement notable de chaleur, les cristaux se liquéfient, dégagent du sulfhydrate d'ammoniaque, et par le refroidissement il se sépare du sulfocyanure de potassium et une huile odorante rappelant l'odeur du mercaptan.

En distillant un mélange d'une solution aqueuse de potasse et de cristaux, on recueille un liquide insoluble dans l'eau, qui lavé, décanté, puis séché sur du chlorure de calcium, fournit après rectification une petite quantité d'un liquide bouillant à 40°, tandis que la plus grande partie distille vers 65°. Le liquide bouillant à 40° est très-probablement le même que celui que l'on obtient par la distillation des cristaux.

Le liquide bouillant à 65° est du mercaptan ; il en a les propriétés et la composition. Un dosage de soufre a fourni 51,57 % de soufre, le mercaptan en contient 51,61 %.

Le résidu de la distillation contient une grande quantité de sulfocyanure de potassium.

Chauffés en vase clos avec de l'eau, les cristaux se décomposent, un liquide oléagineux se sépare ; à l'ouverture du vase, on constate que l'eau est fort acide, elle contient de l'acide sulfocyanhydrique, la partie huileuse contient du mercaptan ; or on a :

$$C^6H^7AzS^4 = C^2AzHS^2 + C^4H^6S^2$$

Ces deux dernières réactions, décomposition par l'eau et par les bases, étant celle des éthers composés neutres, on est amené à conclure que le corps obtenu par l'action de l'hydrogène sulfuré sur le sulfocyanure d'éthyle est aussi un éther composé neutre, et que sa formule rationnelle est bien :

$$\left.\begin{matrix} AzH^2\,(C^2S^2)'' \\ C^4H^5 \end{matrix}\right\} S^2$$

c'est-à-dire de l'acide sulfocarbamique dans lequel l'équivalent d'hydrogène disponible est remplacé par C^4H^5 ; ce serait donc du sulfocarbamate d'éthyle.

Le bioxyde de mercure décompose immédiatement à froid le sulfocarbamate d'éthyle ; il lui enlève deux équivalents d'hydrogène sulfuré, et le sulfocyanure d'éthyle redevient libre :

$$C^6H^7AzS^4 + HgO^2 = C^6H^5AzS^2 + HgS^2 + 2HO.$$

L'oxyde de plomb hydraté se comporte exactement de la même manière.

Le sulfocarbamate d'éthyle en solution aqueuse forme avec les divers sels métalliques des précipités diversement colorés ; les composés qui se forment avec le chlorure de plomb hydraté et le chlorure de cuivre ont été plus spécialement étudiés.

Si l'on introduit dans une fiole du chlorure de plomb hydraté, de l'eau et du sulfocarbamate d'éthyle, et qu'on chauffe le mélange, tout se dissout d'abord, puis il se sépare du

sulfure de plomb; si on filtre la liqueur encore chaude, elle dépose par refroidissement l'excès de chlorure de plomb employé. En abandonnant la dissolution filtrée de nouveau, à l'évaporation spontanée, il se dépose de belles aiguilles incolores; les eaux-mères colorent en rouge les sels ferriques.

Les cristaux obtenus dans ces conditions sont peu solubles dans l'eau froide; l'eau chaude les décompose, et il se sépare du sulfure de plomb. Par la potasse en solution aqueuse et chaude, il se forme du sulfocyanure de potassium, du chlorure de potassium et du sulfure de plomb. Traités par l'éther, ils se décomposent; du sulfocarbamate d'éthyle se dissout, et il reste du chlorure de plomb.

Ces cristaux ont une composition correspondant à la formule

$$2(C^6H^7AzS^4)\,PbCl$$

comme l'indiquent les résultats suivants:

	Expérience. I	Expérience. II	Calcul.	
Carbone.......	18,89	17,73	C^{12}....	18,92
Hydrogène.....	3,83	4,00	H^{14}....	3,68
Azote.........	7,24	7,18	Az^2....	7,36
Soufre.........	33,59		S^8.....	33,65
Plomb.........	28,9		Pb.....	27,06
Chlore.........	»		Cl.....	9,33
				100,00

Le sulfate de cuivre précipite en jaune la solution aqueuse de sulfocarbamate d'éthyle; ce précipité est soluble dans l'alcool; en abandonnant cette solution alcoolique à l'évaporation spontanée, il se dépose des cristaux jaunes mêlés de matières poisseuses dont il m'a été impossible de les séparer.

Si l'on ajoute du bichlorure de cuivre à une solution alcoolique de sulfocarbamate d'éthyle, il se produit un dépôt blanc qui noircit par l'action de la chaleur; en filtrant cette liqueur chauffée, on obtient des cristaux qui, purifiés par plusieurs cristallisations dans l'alcool et dans l'éther, se présentent sous forme de beaux octaèdres jaunes dont la composition correspond à la formule

$$2(C^6H^7AzS^4)CuCl$$

comme le montrent les résultats suivants:

	Expérience.	Calcul.	
Carbone........	22,7	C^{12}......	23,3
Hydrogène......	4,78	H^{14}......	4,53
Azote..........	8,95	Az^{2}......	9,07
Soufre..........	42,2	S^{8}.......	41,49
Cuivre..........	»	*Cu*.......	10,04
Chlore.........	11,6	*Cl*.......	11,5

Cette combinaison correspond à l'une de celles qu'a obtenues Debus [1], en faisant agir le chlorure cuivreux sur la xanthogénamide ; elle est cependant moins inaltérable à froid.

Sulfocarbamate de méthyle. —Si l'on fait passer de l'hydrogène sulfuré dans du sulfocyanure de méthyle, celui-ci se colore bientôt en jaune pâle, et au bout de huit jours d'action de l'hydrogène sulfuré il se prend en masse cristalline souillée d'un liquide d'une odeur très-désagréable ; en faisant cristalliser ce produit dans l'alcool, on obtient de beaux cristaux légèrement jaunes, que de nouvelles cristallisations fournissent parfaitement purs et incolores.

Ces cristaux sont sous la forme de prismes durs, peu solubles dans l'eau, très-solubles dans l'alcool et dans l'éther. En ajoutant de l'eau à une solution alcoolique des cristaux et en abandonnant cette solution à elle-même, j'ai obtenu de magnifiques aiguilles incolores, dont les propriétés sont les mêmes que celles des cristaux qui les ont fournies.

Voici la composition des cristaux primitifs purifiés par trois cristallisations successives :

	Expérience.		Calcul.	
	I	II		
Carbone.......	21,69	22,21	C^{4}.....	22,43
Hydrogène.....	5,16	5,32	H^{5}.....	4,67
Azote..........	»	12,93	Az.....	13,09
Soufre.........	»	59,64	S^{4}.....	59,81
				100,00

Cette formule montre que la réaction s'effectue avec le sulfocyanure de méthyle comme avec le sulfocyanure d'éthyle. On a en effet :

$$C^4H^3AzS^2 + 2HS = C^4H^5AzS^4$$

Ce composé représente aussi de l'acide sulfocarbamique dans lequel un équivalent d'hydrogène serait remplacé par un équivalent de méthyle, car on a :

$$\left.\begin{matrix} Az(C^2S^2)''H^2 \\ C^2H^3 \end{matrix}\right\} S^2 = C^4H^5AzS^4.$$

[1] Voir Gerhardt, tom. I, pag. 205.

Les propriétés de ce composé sont d'ailleurs analogues à celles que j'ai indiquées comme appartenant au sulfocarbamate d'éthyle; on est donc amené à conclure que le nouveau composé est aussi un éther d'acide amidé qu'il faut désigner sous le nom de sulfocarbamate de méthyle.

Voici du reste les propriétés les plus saillantes de ce composé :

Le sulfocarbamate de méthyle fond vers 40° et se solidifie très-lentement; sa solution aqueuse ou alcoolique est neutre, mais par l'ébullition elle devient franchement acide, comme on l'a observé pour le sulfocarbamate d'éthyle.

La potasse solide liquéfie immédiatement le sulfocarbamate de méthyle, et par l'addition d'une certaine quantité d'eau on a un liquide qui rougit énergiquement les persels de fer, et qui par l'évaporation fournit des cristaux déliquescents de sulfocyanure de potassium. A cause de la grande volatilité du mercaptan méthylique, qui bout à 21°, je n'ai bien observé la formation de gouttelettes oléagineuses de mercaptan méthylique, qu'en opérant en vase clos.

Le bioxyde de mercure mis en contact avec le sulfocarbamate de méthyle noircit immédiatement; il se sépare du sulfocyanure de méthyle, réaction identique à celle qui a été indiquée pour le sulfocarbamate d'éthyle.

Sulfocarbamate d'amyle.—L'action de l'hydrogène sulfuré sur le sulfocyanure d'amyle est complètement analogue à celle qui a été indiquée pour les autres sulfocyanures. Si l'on fait passer de l'hydrogène sulfuré dans du sulfocyanure d'amyle, et que l'on continue le dégagement un temps suffisant, le liquide se prend en masse cristalline que l'on purifie facilement par plusieurs cristallisations dans l'alcool ou dans l'éther.

Ce composé n'est autre que le sulfocarbamate d'amyle, il en a la composition et les propriétés; à l'analyse, il a fourni les résultats suivants :

	Expérience.			Calcul.	
	I	II	III		
Carbone.....	45,28	43,81	»	C^{12}.....	44,17
Hydrogène...	9,14	8,11	»	H^{13}.....	7,97
Azote........	»	»	8,48	Az......	8,58
Soufre.......	»	»	38,49	S^{4}......	39,26
					100,00

Les propriétés de ce composé sont d'ailleurs celles des éthers; la solution alcoolique ou aqueuse devient acide par l'ébullition. La potasse décompose ce corps; il se forme du sulfocyanure de potassium, et il se sépare un liquide d'aspect oléagineux, d'une odeur fort désagréable, qui doit être le mercaptan amylique.

Le sulfocarbamate d'amyle se présente sous la forme de prismes obliques à base rhomboïdale, fondant vers 30°. Le bioxyde de mercure décompose immédiatement le sulfocarbamate d'amyle, il se forme du sulfure de mercure et du sulfocyanure d'amyle.

La composition et les propriétés du corps obtenu par l'action de l'hydrogène sulfuré sur

le sulfocyanure d'amyle, permettent de le considérer comme de l'acide sulfocarbamique dans lequel l'hydrogène disponible serait remplacé par $C^{10}H^{11}$.

$$\left.\begin{matrix} Az(C^2S^2)''H^2 \\ C^{10}H^{11} \end{matrix}\right\} S^2 = C^{12}H^{13}AzS^4.$$

Action des éthers halogènes sur les éthers sulfocarbamiques.

M. Wurtz a obtenu par l'action du cyanate d'éthyle sur l'alcool un composé qui ne diffère de l'uréthane que par la substitution d'une molécule d'éthyle à une molécule d'hydrogène. Ce corps, dont la composition est représentée par $C^{10}H^{11}AzO^4$, a été désigné sous le nom d'éthyluréthane ou éthylcarbamate d'éthyle [1]. Dans le but d'obtenir des composés analogues, j'ai fait agir les éthers halogènes sur les sulfocarbamates des radicaux alcooliques; mais j'ai obtenu des composés d'une toute autre constitution, dont l'étude fera le sujet de la troisième partie de ce travail.

Iodure d'éthyle et sulfocarbamate d'éthyle. — L'iodure d'éthyle dissout facilement le sulfocarbamate d'éthyle avec abaissement notable de température ; la solution filtrée, abandonnée à elle-même dans un flacon bouché, se colore peu à peu en jaune, et se sépare en deux couches ; au bout de trois ou quatre jours, la supérieure se solidifie spontanément en masse cristalline à peine colorée. On peut déterminer cette solidification instantanément en plongeant dans le liquide un corps solide ; on observe dans ce cas un dégagement notable de chaleur.

En traitant la masse solide par l'éther ordinaire, on dissout l'iodure d'éthyle en excès, et on obtient des cristaux incolores dont l'analyse a donné les résultats suivants :

	Expérience.		Calcul.	
	I	II		
Carbone......	22,09	21,53	C^{10}.....	21,66
Hydrogène....	4,75	4,76	H^{12}.....	4,34
Azote.........	5,05	4,96	Az.....	5,05
Soufre........	23,02	23,05	S^4......	23,10
Iode..........	»	46,15	I.......	45,85
				100,00

Ces résultats montrent que l'iodure d'éthyle et le sulfocarbamate d'éthyle se combinent équivalent à équivalent, et que l'on a

$$C^6H^7AzS^4 + C^4H^5I = C^{10}H^{12}AzS^4I.$$

[1] Gerhardt; Chimie organique, tom. II, pag. 929.

Les propriétés de ce composé confirment d'ailleurs cette manière de voir. — Il se présente sous la forme d'aiguilles prismatiques ordinairement groupées; fusible vers 80°, il ne se solidifie que bien au-dessous de la température de fusion. Ce corps est soluble dans l'alcool absolu, presque insoluble dans l'éther, soluble dans le chloroforme; le sulfure de carbone ne le dissout pas; enfin, l'eau le décompose en un liquide qui rougit fortement la teinture de tournesol.

La potasse en solution aqueuse et même en solution alcoolique décompose aussi immédiatement ces cristaux; il se dépose une matière blanche qui est un mélange d'iodure et de cyanure de potassium sans sulfocyanure; la solution alcoolique surnageante contient du sulfure d'éthyle

$$C^{10}H^{12}AzS^{4}I + 2KO, HO = 2C^{4}H^{5}S^{2} + KC^{2}Az + KI + 4HO.$$

L'ammoniaque en solution agit de la même manière que la potasse. L'ammoniaque gazeuse et sèche liquéfie immédiatement les cristaux; peu à peu la solution brunit, il se dépose une matière solide brune, mouillée d'un liquide ayant l'odeur du bisulfure d'éthyle; par l'addition d'une petite quantité d'eau, la matière solide se dissout, et il nage dans la masse des gouttelettes oléagineuses. La solution aqueuse contient de l'iodure d'ammonium et du formiate d'ammoniaque provenant de la décomposition du cyanure d'ammonium.

Le bioxyde de mercure agit énergiquement sur ces cristaux, il se produit un dégagement notable de chaleur, la masse se liquéfie, et le bioxyde de mercure blanchit; après que l'action a été terminée, on a chauffé le liquide surnageant : une partie a distillé entre 60 et 70°, puis la température s'est élevée à 151°, en s'arrêtant un instant à 100°. Le liquide recueilli vers 60° est du mercaptan, il en a les propriétés et la composition; celui qui a distillé à 151° est du bisulfure d'éthyle. La partie solide contient de l'iodure de mercure, de l'éthylsulfure de mercure et probablement du cyanure de mercure.

Le mercure métallique lui-même décompose les cristaux par simple contact, et on perçoit nettement l'odeur du mercaptan.

Abandonnés à eux-mêmes pendant un certain temps, ces cristaux se décomposent, de l'iode est mis en liberté, et le composé restant dégage un gaz alcalin par l'action des bases.

Bromure d'éthyle et sulfocarbamate d'éthyle.—Le bromure d'éthyle dissout facilement le sulfocarbamate d'éthyle, avec abaissement notable de température; cette solution, filtrée puis abandonnée à elle-même dans un flacon hermétiquement bouché, se prend au bout de huit jours en une masse cristalline incolore, baignée de bromure d'éthyle; ces cristaux lavés à l'éther, desséchés entre des feuilles de papier buvard, puis sous le récipient de la machine pneumatique, ont donné à l'analyse les résultats suivants :

	Expérience.	Calcul.	
Carbone.......	25,91	C^{10}.....	26,08
Hydrogène.....	5,71	H^{12}.....	5,22
Azote..........	6,00	Az......	6,08
Soufre.........	28,08	S^4......	27,82
Brome.........	35,56	Br......	34,80
			100,00

Ces cristaux fondent vers 80°. Solubles dans l'alcool, ils sont insolubles dans l'éther; l'eau les décompose en donnant du bisulfure d'éthyle; la solution aqueuse, qui est franchement acide, saturée par la potasse, contient du bromure et du cyanure de potassium; décomposition analogue à celle qu'éprouvent les cristaux résultant de l'action de l'iodure d'éthyle sur le sulfocarbamate d'éthyle.

Iodure de méthyle et sulfocarbamate d'éthyle. — L'iodure de méthyle se comporte de la même manière avec le sulfocarbamate d'éthyle, cependant l'action est plus prompte; aussi la solidification de la masse s'effectue-t-elle avec un accroissement de température si considérable, que le bouchon est ordinairement projeté au loin; il y a encore simple combinaison des deux éthers mis en présence. Ce composé est d'ailleurs isomère de celui que l'on obtient en faisant agir l'iodure d'éthyle sur le sulfocarbamate de méthyle.

Iodure d'amyle et sulfocarbamate d'éthyle.—La réaction se produit dans ce cas avec une extrême lenteur; ce n'est que deux mois environ après que la solution avait été placée dans un flacon bien bouché, que la cristallisation a commencé; du reste, cette lenteur se retrouve dans presque toutes les réactions que j'ai essayées sur les dérivés de l'alcool amylique.

Iodure de méthyle et sulfocarbamate de méthyle. — Au bout de quelques instants la dissolution se sépare en deux couches, et peu de temps après la masse se solidifie avec un dégagement notable de chaleur et en affectant la forme cristalline, comme je l'ai indiqué pour le sulfocarbamate d'éthyle. Ces cristaux, traités à plusieurs reprises par l'éther, puis séchés, ont fourni à l'analyse les résultats suivants:

	Expérience.	Calcul.	
Carbone..... .	14,59	C^6......	14,46
Hydrogène [1]. ..	»	H^8......	3,21
Azote..........	5,61	Az......	5,63
Soufre.........	25,82	S^4......	25,70
Iode..........	51,57	I.......	51,00
			100,00

[1] L'hydrogène n'a pu être déterminé, car des vapeurs d'iode se sont dégagées quand on a fait passer l'oxygène; c'est ce qui explique pourquoi le carbone est un peu fort.

Ces cristaux se présentent sous la forme de petits prismes incolores, quand ils sont purifiés depuis peu ; mais la lumière les altère, moins facilement cependant que les autres combinaisons du même ordre. Ils possèdent d'ailleurs les principales propriétés décrites en parlant des combinaisons du sulfocarbamate d'éthyle et de l'iodure d'éthyle.

Iodure d'éthyle et sulfocarbamate de méthyle. — L'iodure d'éthyle dissout le sulfocarbamate de méthyle, mais moins facilement que le sulfocarbamate d'éthyle; au bout d'un mois la masse s'est solidifiée. Un dosage de ces cristaux lavés à l'éther a fourni 5,5 % d'azote; le composé $C^8H^{10}AzS^4I$ exige 5,53.

La réaction produite dans les conditions précédentes étant évidemment la même que celle qui a donné naissance aux composés étudiés plus haut, la composition de ce produit doit être exprimée par la formule

$$C^4H^5AzS^4.C^4H^5I = C^8H^{10}AzS^4I$$

tandis que celle du composé isomérique obtenu en faisant agir l'iodure de méthyle sur le sulfocarbamate d'éthyle est :

$$C^6H^7AzS^4.C^2H^3I$$

Voici le résultat de l'étude comparative des propriétés de ces deux corps :

Ils se comportent de la même manière avec les dissolvants. L'action de l'eau, de la potasse et de l'ammoniaque, donne lieu à une décomposition analogue à celle que produisent ces réactifs avec les combinaisons précédentes, avec cette différence que les mercaptans éthyliques et méthyliques se produisent l'un et l'autre

$$C^8H^{10}AzS^4I + 2KOHO = C^4H^5S^2 + C^2H^3S^2 + KC^2Az + KI + 4HO.$$

Le bioxyde de mercure agit énergiquement sur ces deux corps; par simple contact des deux corps solides, il se produit un bruit pareil à celui d'un fer rouge qu'on plonge dans l'eau ; il y a un dégagement notable de chaleur, la masse est liquéfiée, et il se sépare du sulfocyanure d'éthyle avec l'un, tandis qu'avec l'autre du sulfocyanure de méthyle est mis en liberté.

Le nitrate acide de bismuth détermine dans la solution de ces cristaux un précipité rouge vermillon, ressemblant à de l'iodure de mercure ; ce précipité est en outre soluble dans un excès de nitrate de bismuth.

Iodure d'amyle et sulfocarbamate de méthyle. — L'iodure d'amyle dissout aussi le sulfocarbamate de méthyle, et la solution filtrée, abandonnée à elle-même, cristallise avec une très-grande lenteur ; le composé qui se forme dans ce cas ne paraît cependant pas être une combinaison des deux éthers mis en présence, comme il résulte d'un dosage d'azote. On a trouvé, en effet, 6,23 % d'azote ; si on admettait qu'il y a eu combinaison, on aurait dû obtenir 4,6 % d'azote.

Éthers halogènes et sulfocarbamate d'amyle. — Les iodures de méthyle et d'éthyle dissolvent le sulfocarbamate d'amyle, mais il faut plusieurs mois pour que la solution commence à déposer des cristaux, qui grossissent avec une extrême lenteur.

L'analogie de la réaction tend à montrer que les produits résultants doivent être identiques; cependant la quantité obtenue n'étant pas suffisante pour en déterminer la composition expérimentalement, je ne puis rien affirmer à cet égard.

L'iodure d'amyle dissout le sulfocarbamate d'amyle, et la solution cristallise au bout d'un certain temps; mais les cristaux formés dans ce cas ne sont autre chose que du sulfocarbamate d'amyle, comme cela résulte d'un dosage d'azote fait sur cette matière. Cependant il se forme aussi des cristaux différents de ceux qu'on a analysés, et qui pourraient bien être une combinaison analogue à celle que forment les autres éthers.

Action des iodures de radicaux alcooliques sur la xanthogénamide et sur l'uréthane.

La xanthogénamide $C^6H^7AzO^2S^2$, que l'on désigne aussi sous les noms d'uréthane sulfuré ou de sulfocarbamate d'éthyle, présente avec le vrai sulfocarbamate d'éthyle $C^6H^7AzS^4$, une analogie de composition bien manifeste.

La xanthogénamide dérive de l'éther xanthique ou disulfocarbonate d'éthyle, d'après un des modes de génération des amides; on a en effet :

$$\underbrace{\left.\begin{matrix} C^2O^2 \\ C^4H^5 \\ C^4H^5 \end{matrix}\right\} S^4}_{\text{Disulfocarbonate d'éthyle.}} + AzH^3 = C^4H^6S^2 + \underbrace{\left.\begin{matrix} C^2O^2(C^4H^5)S^2 \\ H \\ H \end{matrix}\right\} Az}_{\text{Xanthogénamide.}}$$

Mais il faut remarquer que si ce composé peut être considéré comme une amide, en ne tenant compte que de son mode de formation, il n'éprouve pas les mêmes transformations; une amide, en effet, bouillie avec de la potasse dégage de l'ammoniaque et engendre un sel alcalin dont l'acide est celui que contient le radical : or, la xanthogénamide bouillie avec de la potasse ou de l'eau de baryte fournit de l'alcool et du sulfocyanure

$$C^6H^7AzO^2S^2 = C^4H^6O^2 + C^2AzHS^2.$$

Ce mode de décomposition étant celui que les éthers éprouvent sous l'influence des bases, il est plus rationnel de considérer ce corps comme un éther, et de le désigner sous le nom de oxysulfocarbamate d'éthyle, dont la formule rationnelle serait

$$\left.\begin{matrix} Az(C^2S^2)''H^2 \\ C^4H^5 \end{matrix}\right\} O^2.$$

Il m'a paru intéressant de rechercher quelle serait l'action des éthers halogènes sur cette substance; cette étude pouvait d'ailleurs m'éclairer sur la véritable fonction chimique des corps obtenus par l'action des éthers halogènes sur les éthers sulfocarbamiques.

Xanthogénamide et iodure d'éthyle. — L'iodure d'éthyle dissout facilement la xanthogénamide avec abaissement notable de température; la solution filtrée, abandonnée dans un flacon hermétiquement bouché, se colore peu à peu en jaune pâle, et au bout de huit

jours environ la masse se solidifie en lamelles cristallines chatoyantes, mêlées d'un liquide jaunâtre. Ces cristaux sont presque insolubles dans l'eau, et ne donnent pas une solution acide, même après une ébullition prolongée ; ils ne contiennent pas en effet d'iode, ce qui montre que la réaction ne se produit pas avec la xanthogénamide comme avec le sulfocarbamate d'éthyle. Mais si la xanthogénamide ne s'est pas combinée avec l'iodure d'éthyle, elle a éprouvé une modification profonde.

En effet, tandis que la xanthogénamide fond à 33°, le nouveau produit fond vers 75°-80°. La xanthogénamide est décomposée par le bioxyde de mercure, celui-ci noircit immédiatement, il se forme du sulfure de mercure et un corps qui attaque vivement les yeux et dont l'odeur rappelle celle de l'acroléine ; le nouveau produit n'est nullement altéré par l'oxyde de mercure.

La xanthogénamide fournit, par son ébullition avec la potasse, de l'alcool et du sulfocyanure de potassium ; le nouveau composé, au contraire, fournit dans les mêmes conditions du mercaptan et du cyanate de potasse.

L'ammoniaque en solution aqueuse dissout la xanthogénamide, ainsi que le nouveau composé ; mais tandis qu'avec ce dernier on obtient de l'urée et du mercaptan, avec la xanthogénamide il se produit par évaporation de la solution un corps bien cristallisé dont la nature n'a pu être complètement déterminée, mais qui n'est pas de l'urée ; je me suis assuré, en effet, que ces cristaux contenaient environ 45 °/₀ de soufre.

L'analyse a donné les résultats suivants :

	Expérience.			Calcul.	
	I	II	III		
Carbone.....	34,75	32,28	33,57	C^6......	34,28
Hydrogène..	7,33	7,51	6,99	H^7......	6,67
Azote.......	13,94 [1]			Az......	13,33
Soufre.......	30,26			S^2......	30,48
Oxygène.....	»			O^2......	15,24
					100,00

Ces nombres montrent que la composition du produit obtenu par l'iodure d'éthyle et la xanthogénamide est la même que celle de la xanthogénamide ; mais il ne peut être confondu avec cette substance, les propriétés de ces deux composés étant essentiellement différentes ; ces différences peuvent s'expliquer en admettant que la constitution de la xanthogénamide est représentée par la formule

$$\left.\begin{matrix} Az(C^2S^2)''H^2 \\ C^4H^5 \end{matrix}\right\} O^2$$

[1] Ce nombre est un peu fort ; cela tient à ce que, au lieu d'employer l'oxalate de chaux mêlé de chaux sodée pour dégager de l'hydrogène, on a employé de l'acide oxalique, qui fournit toujours un peu d'ammoniaque. Ce résultat a d'ailleurs été constaté par M. Bouis.

et celle du nouvel isomère par

$$\left.\begin{matrix} Az(C^2O^2)''H^2 \\ C^4H^5 \end{matrix}\right\} S^2$$

Xanthogénamide et iodure de méthyle. — L'iodure de méthyle dissout la xanthogénamide, en produisant un abaissement notable de température; la masse se colore légèrement en jaune, et si on conserve la solution filtrée dans un vase bouché, elle se solidifie au bout de vingt-quatre heures, en cristaux incolores formés de lames miroitantes.

Presque insolubles dans l'eau, ces cristaux se dissolvent dans l'alcool et dans l'éther. Par l'action de la potasse, ils dégagent un liquide rappelant l'odeur des mercaptans; le résidu contient du cyanate de potasse sans trace de sulfocyanure. Le bioxyde de mercure est blanchi par ces cristaux, tandis que la xanthogénamide le noircit.

Ces deux réactions montrent que, par l'action de l'iodure de méthyle sur la xanthogénamide, il se produit une modification de cette dernière, analogue à celle que j'ai indiquée dans l'action de l'iodure d'éthyle sur la même substance. Mais elle en diffère en ce que, soumis à l'action de la chaleur, le nouveau corps laisse sublimer vers 80° de petites écailles blanches très-brillantes, ressemblant à de l'acide benzoïque sublimé. Ces nouveaux cristaux ont d'ailleurs la même composition que ceux qui les ont fournis; car, outre que cette sublimation se fait sans laisser de résidu, on a trouvé que ce produit contenait la même quantité d'azote que les cristaux non sublimés.

Voici d'ailleurs les résultats de l'analyse effectuée sur ce produit, purifié par plusieurs cristallisations dans l'éther :

	Expérience.		Calcul.	
	I	II		
Carbone....	25,66	25,66	C^4......	26,37
Hydrogène..	5,88	5,65	H^5......	5,49
Azote......	15,45	15,32	Az......	15,38
Soufre......	35,07	35,16	S^2......	35,16
Oxygène....	17,94	18,21	O^2......	17,60
	100,00	100,00		100,00

Le composé obtenu dans les conditions précédentes serait donc la xanthogénamide de la série méthylique ou xanthométhylamide. La réaction qui lui donnerait naissance est

$$C^6H^7AzO^2S^2 + C^2H^3I = C^4H^5AzO^2S^2 + C^4H^5I.$$

S'il en est ainsi, il a dû se former de l'iodure d'éthyle. On a en effet constaté que les eaux-mères dans lesquelles ces cristaux s'étaient déposés, fournissaient à la distillation, outre de l'iodure de méthyle bouillant vers 50°, un liquide bouillant vers 72°, dont la composition était très-voisine de celle de l'iodure d'éthyle.

Il est assez difficile d'expliquer la formation de la xanthogénamide méthylique dans les

conditions où je l'ai obtenue ; on pourrait cependant admettre qu'elle est due à l'insolubilité de ce corps dans l'iodure d'éthyle, et à la solubilité de la xanthogénamide ordinaire dans l'iodure de méthyle. De pareilles réactions intervenant rarement dans la formation des produits organiques, j'aurais tenu à contrôler ces analyses par des réactions, afin de mettre en évidence le radical C^2H^3 ; mais les produits de décomposition sont trop peu abondants pour que cela m'ait été possible. Quoi qu'il en soit, les faits précédents me paraissent suffisants pour admettre que l'iodure de méthyle, en agissant sur la xanthogénamide, transforme celle-ci en xanthogénamide méthylique.

Xanthogénamide et iodure d'amyle.—L'iodure d'amyle dissout aussi la xanthogénamide, mais la solution met un temps très-long à donner quelques cristaux, qui se comportent avec les réactifs comme les précédents ; leur composition n'a pu être déterminée.

Xanthogénamide et bromure d'éthyle.— Le bromure d'éthyle dissout aussi la xanthogénamide, et si on abandonne la solution filtrée dans un flacon hermétiquement bouché, elle se solidifie, au bout de huit ou dix jours, en lames miroitantes. Purifiés par cristallisation dans l'éther, ces cristaux présentent les propriétés de la xanthogénamide ; mais au lieu de fondre vers 35°, comme la xanthogénamide, ils fondent vers 80°, sans laisser rien sublimer; leur composition est d'ailleurs la même que celle de la xanthogénamide ; on aurait donc l'isomère déjà décrit.

Uréthane et éthers halogènes. — L'iodure d'éthyle, le bromure d'éthyle et l'iodure de méthyle dissolvent l'uréthane avec abaissement de température, mais la solidification ne s'effectue pas comme avec les éthers sulfocarbamiques ou la xanthogénamide placés dans les mêmes circonstances. Au bout d'un mois, la solidification n'étant pas commencée, j'ai plongé dans un mélange réfrigérant de glace et de sel les flacons contenant les trois dissolutions; au bout d'un instant, elles ont donné des cristaux différents de ceux de l'uréthane : au lieu d'être en larges lames, ce sont des prismes très-allongés.

Quoique différant par la forme, ces cristaux paraissent cependant avoir la même composition chimique que l'uréthane, comme cela résulte d'un dosage d'azote effectué sur chacun de ces produits. La température de fusion différerait cependant pour le corps obtenu par l'action de l'iodure d'éthyle sur l'uréthane. Tandis que cette dernière, obtenue par l'action de l'ammoniaque sur l'éther carbonique ou sur l'éther chloroxycarbonique, fond vers 45°, le produit résultant de l'action de l'iodure d'éthyle sur cette matière entre en fusion vers 35°.

En résumé, les recherches qui précèdent me paraissent autoriser les conclusions suivantes :

1° En faisant agir l'ammoniaque sèche sur les éthers sulfocyaniques, il se forme des urées sulfurées qui résultent de la combinaison des corps mis en présence. C'est ainsi qu'on a obtenu l'éthylurée et la méthylurée sulfurée.

Si l'ammoniaque que l'on fait agir sur les éthers sulfocyaniques est humide, l'action est différente : il se produit de l'urée ordinaire, un bisulfure du radical de l'éther sulfocyanique, et du cyanure d'ammonium.

2° L'hydrogène sulfuré se combine avec les éthers sulfocyaniques, en donnant des produits nouveaux qui doivent être considérés comme des éthers d'acides sulfurés amidés.

Les sulfocarbamates d'éthyle, de méthyle et d'amyle s'obtiennent facilement; celui d'allyle paraît se former dans des conditions analogues.

3° Les éthers halogènes se combinent avec les éthers sulfocarbamiques, et forment des corps cristallisés résultant de l'union d'équivalents égaux des deux éthers mis en présence. Le sulfocarbamate d'éthyle a été combiné avec les iodures d'éthyle, de méthyle et d'amyle, ainsi qu'avec les bromures des mêmes radicaux.

Des combinaisons semblables ont été obtenues avec les sufocarbamates de méthyle et d'amyle.

Parmi ces nombreuses combinaisons, il en est un certain nombre qui sont isomères.

4° L'uréthane et la xanthogénamide, que leur composition rapproche des éthers sulfocarbamiques, ont fourni des résultats différents.

L'uréthane n'éprouve pas de modification de la part des éthers halogènes, ou, s'il s'en produit, elle a lieu avec une extrême lenteur.

La xanthogénamide ne se combine pas avec les éthers halogènes, mais l'action des deux corps donne lieu à des modifications isomériques remarquables : avec l'iodure de méthyle, on obtient même un composé nouveau qui doit être considéré comme la xanthogénamide de la série méthylique.

TRANSFORMATION

DES

ÉQUATIONS LINÉAIRES

PAR LE CHANGEMENT DE VARIABLE INDÉPENDANTE,

Par L. DUCLOS.

---

1. Étant donné une équation linéaire à coefficients fonction de x, je me propose :

1° De trouver s'il est possible de la transformer par un changement de variable indépendante en une équation linéaire à coefficients constants ;

2° De reconnaître, à la seule inspection de l'équation, si la transformation est possible ;

3° Enfin, de donner l'expression de la nouvelle variable en fonction de l'ancienne.

Je ne considérerai que les équations privées de second membre, puisque l'on sait comment, par la méthode de la variation des constantes arbitraires ou par celle de Cauchy, on peut obtenir l'intégrale générale d'une équation complète quand on connaît déjà celle de l'équation sans second membre.

2. Voici tout d'abord quel est l'esprit de la méthode : elle consiste, après avoir rendu égal à l'unité le coefficient du terme en y, à remplacer $\frac{dy}{dx}$, $\frac{d^2y}{dx^2}$... par leurs valeurs en fonctions des dérivées de x et de y prises

par rapport à une nouvelle variable t. Il s'introduit ainsi une indéterminée dont on dispose pour réduire, si c'est possible, à des constantes les coefficients des dérivées de divers ordres que l'équation renferme. Ainsi, cette transformation repose sur un changement non pas de la fonction, mais bien de la variable indépendante.

Je me dispenserai de parler des équations du premier ordre ; mais je m'occuperai d'une manière spéciale des équations du second et du troisième ordre. On verra sans peine comment cette analyse pourrait être étendue aux équations des ordres supérieurs.

ÉQUATIONS DU SECOND ORDRE.

3. Écrivons ainsi l'équation proposée :

$$X_2 \frac{d^2y}{dx^2} + X_1 \frac{dy}{dx} + y = 0, \tag{1}$$

et cherchons si, par l'introduction d'une nouvelle variable indépendante t, il est possible de la ramener à la forme :

$$\frac{d^2y}{dt^2} + A \frac{dy}{dt} + y = 0 \tag{2}$$

avec la condition que A soit une constante.

Les formules pour le changement de variable indépendante sont :

$$\frac{dy}{dx} = \frac{dy}{dt} : \frac{dx}{dt} \tag{α}$$

$$\frac{d^2y}{dx^2} = \frac{\frac{dx}{dt} \cdot \frac{d^2y}{dt^2} - \frac{dy}{dt} \cdot \frac{d^2x}{dt^2}}{\left(\frac{dx}{dt}\right)^3}. \tag{β}$$

Substituons dans (1) ; il vient, en ordonnant par rapport aux dérivées successives de y et supprimant les facteurs communs :

$$X_2 \frac{d^2y}{dt^2} : \left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + \left[X_1 : \frac{dx}{dt} - X_2 \frac{d^2x}{dt^2} : \left(\frac{dx}{dt}\right)^3\right] \frac{dy}{dt} + y = 0.$$

Cette équation devant être identique à l'équation (2), on doit avoir :

$$X_2 : \left(\frac{dx}{dt}\right)^2 = 1,$$

et

$$\left[X_1 - X_2 \frac{d^2x}{dt^2} : \left(\frac{dx}{dt}\right)^2\right] : \frac{dx}{dt} = A;$$

d'où l'on tire :

$$X_2 = \left(\frac{dx}{dt}\right)^2, \qquad (3)$$

et

$$X_1 - \frac{d^2x}{dt^2} = A\frac{dx}{dt}. \qquad (4)$$

Telles sont les conditions auxquelles doit satisfaire la nouvelle variable *t*. Mais la condition (4) peut se transformer au moyen de la précédente : on tire de celle-ci par la différentiation :

$$X'_2 \frac{dx}{dt} = 2\frac{dx}{dt}\frac{d^2x}{dt^2};$$

d'où

$$\frac{d^2x}{dt^2} = \tfrac{1}{2} X'_2.$$

Substituons dans (4), il viendra :

$$2X_1 - X'_2 = 2A\frac{dx}{dt}. \qquad (5)$$

Actuellement, remarquons que les équations (3) et (5) fournissent deux expressions de $\frac{dx}{dt}$. Ces deux valeurs devant être identiques, on posera :

$$\frac{2A}{2X_1 - X'_2} = \frac{1}{\sqrt{X_2}}.$$

On en tire

$$\frac{X'_1 - \frac{1}{2}X'_2}{\sqrt{X_2}} = A. \qquad (6)$$

Ainsi, pour reconnaître la possibilité de la transformation, il suffira de former le rapport (6) ; et si cette transformation est possible, ce rapport

devra être constant, et représentera le coefficient de $\frac{dy}{dt}$ dans l'équation transformée.

4. Il résulte de là que la transformation ne saurait réussir dans deux cas :

1° Lorsque X_2 est une constante et que X_1 est au contraire une fonction de x ;

2° Quand X_2 est une fonction algébrique de degré moindre que X_1. Il est évident, en effet, que dans ces deux cas le rapport (6) ne saurait être constant.

5. Procédons maintenant à la détermination de la fonction inconnue t. On tire de l'expression (3)

$$dt = \frac{dx}{\sqrt{X_2}},$$

qui fournit en l'intégrant la valeur

$$t = \int \frac{dx}{\sqrt{X_2}},$$

ce qui ramène le problème aux quadratures. Je n'ajoute pas de constante arbitraire, car il suffit d'obtenir une intégrale particulière.

6. Il peut arriver que

$$2X_1 - X'_2 = 0.$$

Dans ce cas, X_2 n'étant pas nul, la relation (6) montre que A est égal à zéro. Ainsi la condition précédente indique que l'équation transformée n'a pas de terme en $\frac{dy}{dt}$.

7. Appliquons ces considérations générales à quelques exemples particuliers.

1° $$x^2 \frac{d^2y}{dx^2} + ax \frac{dy}{dx} + by = 0.$$

On a ici

$$X_2 = x^2, \qquad X_1 = ax;$$

d'où

$$2X_1 - X'_2 = 2x(a-1);$$

ce qui donne

$$\frac{2x(a-1)}{x} = 2(a-1) = 2A.$$

En posant

$$t = \int \frac{dx}{x},$$

d'où

$$t = lx, \qquad \text{et} \qquad x = e^t,$$

l'équation prend la forme

$$\frac{d^2y}{dt^2} + (a-1)\frac{dy}{dt} + by = 0.$$

2°
$$(1-x^2)\frac{d^2y}{dx^2} - x\frac{dy}{dx} + n^2y = 0.$$

On a

$$X_2 = 1 - x^2, \qquad X_1 = -x;$$

$$2X_1 - X'_2 = -2x + 2x = 0.$$

Donc

$$A = 0.$$

En posant

$$t = \int \frac{dx}{\sqrt{1-x^2}},$$

d'où

$$t = \text{arc cos}\, x, \qquad x = \cos t,$$

l'équation devient

$$\frac{d^2y}{dt^2} + n^2y = 0.$$

3°
$$(1+x^2)^2\frac{d^2y}{dx^2} + 2(x^3 - 2x^2 + x - 2)\frac{dy}{dx} + 4y = 0$$

On a

$$X_2 = (1 + x^2)^2, \qquad X_1 = 2\,(x^3 - 2x^2 + x - 2),$$

$$2X_1 - X'_2 = -8\,(1 + x^2);$$

donc

$$\frac{X_1 - \frac{1}{2}X'_2}{\sqrt{X_2}} = \frac{-4\,(1 + x^2)}{1 + x^2} = -4 = A.$$

En posant

$$t = \int \frac{dx}{1 + x^2},$$

d'où

$$t = \text{arc tang}\, x, \qquad x = \text{tang}\, t,$$

l'équation prend la forme

$$\frac{d^2y}{dt^2} - 4\,\frac{dy}{dt} + 4y = 0.$$

4° $$\frac{d^2y}{dx^2} + \frac{m}{x}\,\frac{dy}{dx} + y = 0.$$

On a

$$X_2 = \text{const.},$$

$$X_1 = \frac{m}{x};$$

donc, d'après la première remarque du numéro (4), la transformation est impossible.

5° $$(1 - x^2)\,\frac{d^2y}{dx^2} - 2x\,(1 - x^2)\,\frac{dy}{dx} + \frac{2a}{1 - x}\,y = 0.$$

Ramenons cette équation à la forme type, on aura :

$$(1 - x)\,(1 - x^2)\,\frac{d^2y}{dx^2} - 2x\,(1 - x)(1 - x^2)\,\frac{dy}{dx} + 2ay = 0.$$

Dans ce cas X_2 est d'un degré inférieur à X_1 ; donc, d'après la deuxième

remarque du numéro déjà cité, la transformation est impossible. On vérifierait d'ailleurs aisément que, dans ces deux derniers cas, le rapport (6) n'est pas constant.

ÉQUATIONS DU TROISIÈME ORDRE.

8. Examinons maintenant les équations différentielles du troisième ordre ; leur forme la plus générale est :

$$X_3 \frac{d^3y}{dx^3} + X_2 \frac{d^2y}{dx^2} + X_1 \frac{dy}{dx} + y = 0. \qquad (7)$$

La nouvelle variable indépendante doit être déterminée de manière que l'équation devienne :

$$\frac{d^3y}{dt^3} + A \frac{d^2y}{dt^2} + B \frac{dy}{dt} + y = 0. \qquad (8)$$

A et B étant deux constantes.

La marche est toujours la même. Aux formules (α), (β) déjà rappelées du changement de variable indépendante, il faut joindre la suivante :

$$\frac{d^3y}{dx^3} = \frac{\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 \frac{d^3y}{dt^3} - 3 \frac{dx}{dt} \frac{d^2x}{dt^2} \frac{d^2y}{dt^2} + 3 \frac{dy}{dt} \frac{d^2x}{dt^2} \frac{d^2x}{dt^2} - \frac{dx}{dt} \frac{dy}{dt} \frac{d^3x}{dt^3}}{\left(\frac{dx}{dt}\right)^5}.$$

Faisons les substitutions dans l'équation (7), on aura en ordonnant suivant les dérivées successives de la fonction y :

$$\left.\begin{aligned} & X_3 \frac{d^3y}{dt^3} : \left(\frac{dx}{dt}\right)^3 + \left[X_2 : \left(\frac{dx}{dt}\right)^2 - 3X_3 \frac{d^2x}{dt^2} : \left(\frac{dx}{dt}\right)^4\right] \frac{d^2y}{dt^2} \\ & + \left[3X_3 \left(\frac{d^2x}{dt^2}\right)^2 : \left(\frac{dx}{dt}\right)^5 - X_3 \frac{d^3x}{dt^3} : \left(\frac{dx}{dt}\right)^4 - X_2 \frac{d^2x}{dt^2} : \left(\frac{dx}{dt}\right)^3 \right. \\ & \qquad \left. + X_1 : \frac{dx}{dt}\right] \frac{dy}{dt} + y \end{aligned}\right\} = 0.$$

Pour que cette équation prenne la forme (8), nous devons poser successivement :

$$X_3 = \left(\frac{dx}{dt}\right)^3, \tag{9}$$

$$X_2 - 3X_3 \frac{d^2x}{dt^2} : \left(\frac{dx}{dt}\right)^2 = A\left(\frac{dx}{dt}\right)^2. \tag{10}$$

$$\left.\begin{array}{r} 3X_3\left(\frac{d^2x}{dt^2}\right)^2 : \left(\frac{dx}{dt}\right)^4 - X_3\frac{d^3x}{dt^3} : \left(\frac{dx}{dt}\right)^3 \\ - X_2\frac{d^2x}{dt^2} : \left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + X_1 \end{array}\right\} = B\frac{dx}{dt}. \tag{11}$$

Ces diverses conditions peuvent être facilement exprimées au moyen des fonctions X_3, X_2, X_1 et de leurs dérivées successives prises par rapport à t, en considérant x comme une fonction de cette variable. En effet, en différentiant dans ce sens l'équation (9), on obtient :

$$X'_3 = 3\frac{dx}{dt}\frac{d^2x}{dt^2};$$

on en tire :

$$3\frac{d^2x}{dt^2} = X'_3 : \frac{dx}{dt}.$$

Substituons dans l'équation (10), le premier membre devient :

$$X_2 - X_3 X'_3 : \left(\frac{dx}{dt}\right)^3 = X_2 - X'_3,$$

à cause de la relation (9). On aura donc :

$$X_2 - X'_3 = A\left(\frac{dx}{dt}\right)^2. \tag{12}$$

On en déduit par la différentiation :

1° $$X'_2 - X''_3 = 2A\frac{d^2x}{dt^2}, \tag{γ}$$

2° $$\left(X''_2 - X'''_3\right)\frac{dx}{dt} = 2A\frac{d^3x}{dt^3}; \tag{δ}$$

expressions dont nous aurons besoin pour calculer la valeur de B.

Actuellement, si dans l'expression (11) nous groupons les termes de la manière suivante :

$$\left.\begin{array}{r}\left[3X_3 \dfrac{d^2x}{dt^2} : \left(\dfrac{dx}{dt}\right)^4 - X_2 : \left(\dfrac{dx}{dt}\right)^2\right] \dfrac{d^2x}{dt^2} + X_1 \\ - X_3 \dfrac{d^3x}{dt^3} : \left(\dfrac{dx}{dt}\right)^3\end{array}\right\} = B \frac{dx}{dt}. \qquad (13)$$

on voit immédiatement, à cause des relations (9) et (10), qu'elle se réduit à

$$- \frac{d^3x}{dt^3} - A \frac{d^2x}{dt^2} + X_1 = B \frac{dx}{dt} .$$

Or, de (γ) on tire :

$$- A \frac{d^2x}{dt^2} = \frac{X''_3 - X'_2}{2},$$

et de (δ) on tire de même :

$$- \frac{d^3x}{dt^3} = \frac{X'''_3 - X''_2}{2A} \cdot \frac{dx}{dt} ;$$

ou, en remplaçant A par sa valeur tirée de (12),

$$- \frac{d^3x}{dt^3} = \frac{1}{2} \frac{X'''_3 - X''_2}{X_2 - X'_3} \cdot \left(\frac{dx}{dt}\right)^3 ;$$

ou bien à cause de (9),

$$- \frac{d^3x}{dt^3} = \frac{1}{2} \frac{X'''_3 - X''_2}{X_2 - X'_3} X_3 .$$

Substituant, on trouve :

$$\frac{X''_3 - X'_2}{2} + \frac{X'''_3 - X''_2}{X_2 - X'_3} \cdot \frac{X_3}{2} + X_1 = B \frac{dx}{dt} . \qquad (14)$$

Les équations (9), (12), (14) fournissent chacune une valeur de $\frac{dx}{dt}$. L'identification de ces valeurs va servir à déterminer les constantes A et B, et fera connaître en même temps si la transformation est possible. On aura donc :

$$\frac{1}{(X_3)^{\frac{1}{3}}} = \frac{\sqrt{A}}{\sqrt{X_2 - X'_3}} = \frac{2B}{X''_3 - X'_2 + \dfrac{X'''_3 - X''_2}{X_2 - X'_3} . X_3 + 2X_1} . \qquad (15)$$

9. On pourrait arriver à un résultat un peu différent, en conduisant les calculs d'une autre manière. En effet, de (9) on tire par deux différentiations successives :

1°
$$\frac{d^2x}{dt^2} = \tfrac{1}{3}X' : \frac{dx}{dt},$$

2°
$$\frac{d^3x}{dt^3} = \frac{3X_3X''_3 - (X'_3)^2}{9X_3}.$$

Si l'on substitue dans (15), il viendra en dernière analyse :

$$X_1 + \frac{4(X'_3)^2 - 3X'_3X_2 - 3X_3X''_3}{9X_3} = B\frac{dx}{dt}.$$

Si l'on identifie maintenant les valeurs de $\frac{dx}{dt}$, on aura :

$$\frac{1}{(X_3)^{\frac{1}{3}}} = \frac{\sqrt{A}}{\sqrt{X_2 - X'_3}} = \frac{9BX_3}{9X_3X_1 + 4(X'_3)^2 - 3X_3X''_3 - 3X'_3X_2}. \qquad (16)$$

L'application de la formule (15) sera généralement plus facile, le calcul des différents termes étant toujours très-simple.

10. Dans l'un et l'autre cas, la variable qui doit satisfaire à toutes ces conditions sera déterminée par la formule

$$t = \int \frac{dx}{(X_3)^{\frac{1}{3}}}, \qquad (17)$$

tirée de la relation (9). Comme il suffit d'avoir une intégrale particulière, je n'ajoute pas de constante arbitraire.

11. Si l'on avait trouvé, à la fois ou séparément :

$$X_2 - X'_3 = 0,$$

avec

$$2X_1 + X''_3 - X'_2 + \frac{X'''_3 - X''_2}{X_2 - X'_3}X_3 = 0,$$

ou bien

$$9X_3X_1 + 4(X'_3)^2 - 3X_3X''_3 - 3X'_3X_2 = 0,$$

suivant que l'on emploiera les formules (15) on (16), cela aurait indiqué que la constante correspondante A ou B aurait été nulle.

12. Appliquons les formules précédentes à quelques exemples. Proposons-nous de transformer l'équation

$$1^\circ \qquad (ax+b)^3 \frac{d^3y}{dx^3} + P(ax+b)^2 \frac{d^2y}{dx^2} + Q(ax+b)\frac{dy}{dx} + Ry = 0,$$

où P, Q, R sont des coefficients constants.

On a :

$$X_3 = (ax+b)^3, \qquad X'_3 = 3a(ax+b)^2,$$
$$X_2 = P(ax+b)^2, \qquad X_1 = Q(ax+b).$$

Formons la différence $X'_3 - X_2$ et différentions le résultat, on aura :

$$X'_3 - X_2 = (3a - P)(ax+b)^2,$$
$$X''_2 - X'_2 = 2a(3a - P)(ax+b),$$
$$X'''_3 - X''_2 = 2a^2(3a - P).$$

Alors la formule (15) donne :

$$\frac{1}{ax+b} = \frac{1}{ax+b}\sqrt{\frac{A}{P-3a}} = \frac{1}{ax+b} \cdot \frac{B}{2a^2 - Pa + Q}.$$

La transformation est donc possible, et les valeurs des deux constantes A et B sont respectivement

$$A = P - 3a,$$
$$B = 2a^2 - Pa + Q.$$

La formule (17) donnera ici pour la valeur de la nouvelle variable

$$dt = \frac{dx}{ax+b},$$

d'où

$$t = \frac{1}{a}\, l\,(ax+b), \qquad ax + b = e^{at}.$$

Le choix de la variable étant ainsi fait, l'équation proposée prendra la forme :

$$\frac{d^3y}{dt^3} + (\mathrm{P} - 3a)\frac{d^2y}{dt^2} + (2a^2 - \mathrm{P}a + \mathrm{Q})\frac{dy}{dt} + \mathrm{R}y = 0.$$

Considérons encore l'équation

2° $$5 \sin^5 x . y - [3 \cos^2 x + \cos x\,(1 + \cos x) \sin^2 x]\,\frac{dy}{dx}$$
$$+ \sin x\,(3 \cos x + \sin^2 x)\,\frac{d^2y}{dx^2} - \sin^2 x\,\frac{d^3y}{dx^3} = 0.$$

Employons à sa transformation l'équation (16). On a ici

$$\mathrm{X}_3 = -\frac{1}{\sin^3 x}, \quad \mathrm{X}'_3 = \frac{3\cos x}{\sin^4 x}, \quad \mathrm{X}''_3 = -\frac{3}{\sin^3 x} - \frac{12\cos^2 x}{\sin^5 x},$$

$$\mathrm{X}_2 = \frac{3\cos x + \sin^2 x}{\sin^4 x},$$

$$\mathrm{X}_1 = -\frac{3\cos^2 x}{\sin^5 x} - \frac{\cos x\,(1+\cos x)}{\sin^3 x}.$$

Ce qui donne :

$$\mathrm{X}_2 - \mathrm{X}'_3 = \frac{1}{\sin^2 x},$$

$$9\mathrm{X}_3\mathrm{X}_1 = \frac{27\cos^2 x}{\sin^8 x} + \frac{9\cos x\,(1+\cos x)}{\sin^6 x},$$

$$4\,(\mathrm{X}'_3)^2 = \frac{36\cos^2 x}{\sin^8 x},$$

$$-3X_3X''_3 = -\frac{9}{\sin^6 x} - \frac{36\cos^2 x}{\sin^8 x},$$

$$-3X'_3X_2 = -\frac{27\cos^2 x}{\sin^8 x} - \frac{9\cos x}{\sin^6 x}$$

Ces quatre dernières relations montrent que le dénominateur du dernier rapport de la formule (16) se réduit à

$$\frac{9\cos^2 x - 9}{\sin^6 x} = -\frac{9}{\sin^4 x};$$

et cette formule elle-même devient:

$$-\sin x = -\sin x\sqrt{A} = B\sin x.$$

D'où l'on conclut

$$A = 1, \qquad B = -1.$$

En posant donc:

$$dt = -\sin x\, dx,$$

d'où

$$t = \cos x, \qquad x = \arccos t,$$

l'équation proposée prendra la forme:

$$\frac{d^3y}{dt^3} + \frac{d^2x}{dt^2} - \frac{dy}{dt} + 5y = 0.$$

SUR

UNE RÉACTION D'ALUMINE,

Par M. G. CHANCEL.

Contrairement à l'opinion admise, l'alumine est précipitée d'une dissolution potassique par l'hydrogène sulfuré, et elle est complétement insoluble dans le sulfure de potassium. Cette réaction peut même être utilisée pour la séparation quantitative de l'alumine, comme le démontre l'expérience suivante :

Une solution de nitrate d'alumine contenant 0gr,122 d'alumine a été additionnée d'un excès de potasse caustique ; dans la liqueur tout à fait limpide, on a fait passer un courant d'hydrogène sulfuré jusqu'à refus ; le précipité, qui n'a pas tardé à se rassembler, a été recueilli sur un filtre et lavé plusieurs fois à l'eau bouillante ; ce lavage était assez difficile, car l'alumine ainsi précipitée est très-gélatineuse. On a trouvé pour le poids de l'alumine ainsi séparée 0gr,127 ; les 5 milligrammes de surcharge sont dus à un lavage incomplet ; pour avoir des résultats exacts, il faut redissoudre l'alumine dans l'acide chlorhydrique et la précipiter de nouveau par l'ammoniaque ou le sulfhydrate d'ammoniaque. Quant à la liqueur filtrée, elle était entièrement exempte d'alumine, car additionnée d'un excès de chlorhydrate d'ammoniaque, elle ne donna pas le plus léger trouble, même après vingt-quatre heures.

Cette expérience démontre que le procédé qui consiste à séparer le zinc de l'alumine d'une solution potassique, au moyen de l'hydrogène sulfuré, ne peut donner que des résultats erronés, aussi bien qualitativement que quantitativement. Il est bien évident, en effet, que les deux bases seront complétement précipitées l'une et l'autre, et que l'on prendra pour du sulfure de zinc un mélange de ce corps et d'alumine, et même de l'alumine pure.

DESCRIPTION

D'UN

APPAREIL POUR LA PROJECTION MÉCANIQUE

DES MOUVEMENTS VIBRATOIRES,

Par M. A. CROVA.

L'étude mathématique des mouvements de vibration et de propagation des ondes sonores rend compte de tous les phénomènes de propagation et de réflexion du son, ainsi que des nœuds et des ventres fixes de vibration produits par l'interférence des ondes directes avec les ondes réfléchies, soit dans les tuyaux sonores, soit dans un espace indéfini.

Mais cette exposition analytique est impossible dans bien des cas, notamment dans la plupart des cours publics, où il est important de fixer dans l'esprit des auditeurs le mécanisme des vibrations sonores et de leur propagation. Plusieurs physiciens se sont préoccupés de cette question. Avant de rendre compte de mes essais sur ce sujet, je vais exposer rapidement les dispositions expérimentales qui ont été mises en pratique.

La loi du mouvement vibratoire des ondes sonores est exprimée analytiquement par les équations :

$$e = a \cos 2\pi \frac{t}{T},$$

$$v = b \sin 2\pi \frac{t}{T}.$$

e représente l'écart d'une particule vibrante, compté à partir de sa position d'équilibre, au bout du temps t.

T est le temps d'une vibration; a l'écart maximum; v la vitesse de la particule au bout du temps t, et b la valeur maximum de la vitesse correspondant à $t = \frac{T}{2}$.

La propagation du son est exprimée par des formules analogues, dans lesquelles on introduit la distance d de la particule au centre de vibration, et la vitesse V de propagation du son :

$$e = a \cos \frac{2\pi}{T}\left(t - \frac{d}{V}\right),$$

$$v = b \sin \frac{2\pi}{T}\left(t - \frac{d}{V}\right).$$

Les courbes que représentent ces équations appartiennent à la famille des trochoïdes, et c'est leur tracé graphique qui sert habituellement à représenter le mouvement vibratoire des ondes sonores.

M. Wheatstone a imaginé de tracer ces trochoïdes sur une feuille de papier enroulée autour d'un cylindre. Ces courbes, tracées en blanc sur un fond noir, se succèdent d'une manière différente, selon le phénomène qu'il s'agit de représenter. Si l'on fait tourner ce cylindre autour de son axe, après l'avoir disposé dans une caisse munie d'une fente longitudinale parallèle à l'axe du cylindre, l'observateur, placé devant l'appareil, voit des lignes blanches osciller dans la fente en obéissant aux lois mathématiques du mouvement des tranches vibrantes.

Cet appareil atteint le but que s'était proposé son auteur; mais le tracé et la disposition des trochoïdes ne sont pas très-faciles, et l'appareil est assez lourd et assez incommode, si l'on veut donner au cylindre des dimensions suffisantes pour que l'effet obtenu puisse être vu par un auditoire un peu nombreux.

M. Muller, professeur à l'Université de Fribourg, a utilisé dans le même but le mécanisme bien connu du phénakisticope :

Deux disques dont les plans sont parallèles, reçoivent un mouvement de rotation autour d'un axe commun. Sur l'un de ces disques sont distribuées, à des intervalles égaux, des figures représentant les tranches vibrantes à diverses phases de leur mouvement. L'autre disque porte des fentes équidistantes à travers lesquelles on observe les figures mobiles.

Cette application du phénakisticope a l'inconvénient de ne pouvoir donner que des effets visibles par un seul observateur. Elle ne peut donc pas être utilisée dans les cours publics.

MM. Wolf et Diacon ont projeté la représentation théorique de quelques phénomènes de l'acoustique, au moyen des dispositions suivantes [1] :

---

[1] *Mémoires de l'Académie de Montpellier*, tom. VI.

Ils se servaient de lames de verre enfumées, sur lesquelles étaient tracées des trochoïdes superposées dans un ordre convenable. En faisant mouvoir horizontalement ces lames devant une fente verticale vivement éclairée, ils projetaient au moyen d'une lentille l'image amplifiée des lignes lumineuses animées du mouvement vibratoire qu'ils voulaient représenter.

D'autres appareils plus ou moins compliqués ont été imaginés par MM. Wheatstone, Eisenlohr et Schultze, pour représenter les mouvements des molécules de l'éther et la composition des mouvements vibratoires.

Enfin, tout le monde connaît les belles expériences de M. Lissajous sur la composition rectangulaire des mouvements vibratoires de deux diapasons, ainsi que l'appareil imaginé par ce savant pour projeter mécaniquement la composition rectangulaire de deux mouvements vibratoires.

La disposition que j'emploie pour arriver d'une manière très-simple à projeter les mouvements vibratoires théoriques des ondes sonores, est basé sur le principe suivant :

Soit un disque en glace AO (*fig.* 1), qui peut recevoir un mouvement de rotation autour d'un axe horizontal passant par son centre, perpendiculairement à son plan. D'un point P, situé à une petite distance du centre, traçons une circonférence MN sur la surface préalablement enfumée du disque, de manière à obtenir un trait transparent. Si nous faisons tourner ce disque devant une fente verticale BC vivement éclairée, une lentille placée devant le disque projettera sur un écran une ligne lumineuse sensiblement horizontale, qui sera la projection de l'intersection de la circonférence MN avec la fente. Cette image sera animée d'un mouvement vertical d'oscillation pendant la rotation du plateau. Je vais démontrer que, si la distance des centres OP est suffisamment petite par rapport au rayon PD, la loi du mouvement obtenu sera précisément la même que celle d'une tranche so-

En effet, joignons PD, et du point P menons EP perpendiculaire sur AO. Soit l'angle POD $= \alpha$; δ la distance des centres OP, et R le rayon PD.

Nous aurons :

$$OD = OE + ED = \delta \cos \alpha + R \cos PDE.$$

$$R \sin PDE = \delta \sin \alpha; \quad \text{d'où :} \quad \sin PDE = \frac{\delta}{R} \sin \alpha,$$

$$\text{et,} \quad \cos PDE = \sqrt{1 - \frac{\delta^2}{R^2} \sin^2 \alpha}. \qquad OD = \delta \cos \alpha + R \sqrt{1 - \frac{\delta^2}{R^2} \sin^2 \alpha}.$$

Mais, si δ est suffisamment petit par rapport à R, $\frac{\delta^2}{R^2} \sin^2 \alpha$ sera négligeable, et nous aurons :

$$OD = R + \delta \cos \alpha.$$

Soit T le temps d'une rotation du disque que nous supposerons animé d'un mouvement uniforme, et t le temps qu'il met à se déplacer d'un angle α; nous aurons :

$$\alpha = 2\pi \frac{t}{T},$$

et la formule devient :

$$\text{(1)} \qquad OD = R + \delta \cos 2\pi \frac{t}{T}.$$

En différentiant par rapport à t, nous aurons:

$$v = \delta \frac{2\pi}{T} \sin 2\pi \frac{t}{T}; \quad \text{et en posant } \delta \frac{2\pi}{T} = \beta.,$$

$$\text{(2)} \qquad v = \beta \sin 2\pi \frac{t}{T}.$$

formules dans lesquelles δ représente la demi-amplitude de la vibration.

Pour représenter les divers phénomènes de la propagation des mouvements vibratoires, je trace sur le disque de glace enfumé les diverses circonférences excentriques qui, par la différence des phases de leurs vibrations, doivent produire le mouvement que je me propose de projeter. Je fixe ensuite le noir de fumée, en versant sur la surface noircie un vernis transparent.

Le moyen suivant est préférable : je trace l'épure à l'encre de Chine sur un papier transparent; je l'applique sur le disque de glace préalablement recouvert de collodion sec au tannin, en ayant soin de bien faire coïncider le centre de l'épure avec celui du disque. Après une courte exposition à la lumière sous une presse à positifs, je développe l'image comme un négatif ordinaire, et je recouvre le côté collodionné d'un disque de verre mince collé sur les bords avec le disque de glace, et qui assure la conservation de l'image. Les courbes se détachent en blanc sur le fond noir produit par l'argent réduit.

Voici les constructions graphiques qui donnent la représentation mécanique des principaux phénomènes vibratoires. Les mesures que je donne sont rapportées à des disques de 36 centimètres de diamètre, et à une fente de 7 centimètres de hauteur sur 3 millimètres de largeur. On peut sans inconvénient se servir de disques plus petits; cependant il est bon de ne pas trop réduire leurs dimensions, car la partie de la circonférence excentrique interceptée par la fente ne serait plus une ligne horizontale; elle serait animée d'un mouvement d'inclinaison à droite et à gauche, qu'il est bon de rendre tout à fait insensible ; on y arrive, soit en employant des disques de grande dimension, soit en diminuant convenablement la largeur de la fente.

1° PROPAGATION DES ONDES SONORES DANS UN TUYAU RECTILIGNE INDÉFINI.

Soit AB (*fig.* 2) la circonférence du disque; MN l'ouverture circulaire que l'on a pratiquée à son centre pour le monter à l'aide d'un écrou sur l'axe de rotation. Le disque de glace, préalablement enfumé par une exposition convenable à la flamme d'une lampe à essence de térébenthine, est fixé horizontalement sur une table; on place dans l'ouverture MN un disque de plomb dont la surface supérieure est sur le même plan que celle du disque. Du point O centre du disque, on trace sur la surface du plomb une circonférence de 5 millimètres de rayon, que l'on partage en dix parties égales. De l'une quelconque de ces divisions, avec un rayon de 175 millimètres, traçons une première circonférence. Du point de division suivant, avec un rayon égal au précédent diminué de 5 millimètres, traçons une seconde circonférence, et continuons ainsi, en diminuant le rayon de 5 millimètres à chaque circonférence tracée successivement de chacun des points de division comme centre. La longueur de la fente étant de 7 centimètres, nous nous arrêterons à la quatorzième circonférence.

La *fig.* 2 représente, à une échelle de demi-grandeur, un secteur du disque ainsi construit.

Pour projeter sur un écran le phénomène de la propagation des ondes, fixons sur le tube de la lanterne que construit M. Duboscq pour la projection des phénomènes de l'optique, un diaphragme muni d'une fente de 7 centimètres de hauteur sur 3 millimètres de largeur. Éclairons vivement cette fente par un faisceau de lumière parallèle [1].

Le disque sera placé verticalement devant la lanterne, de manière que l'axe de rotation se trouve sur la verticale qui passe par l'axe de la fente. Au moyen d'une lentille convergente de 10 centimètres de diamètre sur 25 à peu près de foyer, on projette sur un écran les lignes lumineuses interceptées par la fente.

La *fig.* 2 représente, en place, le tube TT′ de la lanterne et la fente FF′. — La *fig.* 3 représente la disposition de l'appareil prêt à fonctionner.

En faisant tourner le disque au moyen d'une manivelle, on voit les ondes condensées, suivies des ondes dilatées, se propager verticalement, dans un sens qui varie avec la direction de la rotation. L'amplitude des oscillations est égale au diamètre de la petite circonférence O, qui est de 1 centimètre. Il est facile de voir que toutes les tranches parallèles sont animées d'oscillations de même amplitude, mais qu'il existe entre deux

[1] On peut se servir, dans ce but, de la lumière Drumond ou de la lumière électrique rendues parallèles au moyen des lentilles de la lanterne, ou bien d'un faisceau de lumière solaire réfléchi par un porte-lumière; il est inutile de dire que, dans ce dernier cas, on supprimera les lentilles.

tranches consécutives une différence de phase constante, due aux positions équidistantes sur la petite circonférence O, des centres des diverses circonférences excentriques. Cette différence constante de phase donne naissance au transport uniforme des condensations et des dilatations.

2° Premier harmonique des tuyaux sonores.

Du centre du disque, décrivons une demi-circonférence sur un diamètre AB, de 1 centimètre de longueur. Projetons sur ce diamètre les points de division de la demi-circonférence divisée en 10 parties égales (*fig.* 6).

Du point A comme centre, avec un rayon de 175 millimètres, décrivons une circonférence. De chacun des points de division du diamètre comme centre, avec des rayons égaux au précédent, successivement diminué de 5 millimètres, décrivons des circonférences.

L'intersection de ces diverses circonférences par la fente donnera des tranches parallèles animées de mouvements vibratoires de même direction pour toutes les tranches appartenant aux circonférences dont le centre est au-dessus du point C, et de direction inverse pour les autres. L'amplitude de la vibration, maximum aux deux extrémités où elle a des valeurs égales et de signe contraire, décroît, suivant une loi très-simple, à mesure qu'on s'approche du centre, jusqu'à la tranche centrale où elle est nulle.

La rotation du disque devant la fente projettera le mécanisme de la vibration des tuyaux ouverts donnant le son fondamental. Au milieu, l'on verra un nœud, siége de condensations et de dilatations successives. Aux deux extrémités se trouveront deux ventres; là, au contraire, les tranches seront animées d'un mouvement vibratoire intense sans changement de densité.

Si l'on couvre la moitié de la fente au moyen d'un écran qui affleure la tranche immobile du centre, l'on verra les phénomènes des tuyaux fermés donnant aussi le son fondamental.

3° Second harmonique des tuyaux sonores.

On opérera, comme nous venons de le dire, en traçant, suivant les mêmes règles, des circonférences dont les rayons vont en diminuant de 5 en 5 millimètres.

On commencera, comme nous l'avons dit, par le point A (*fig.* 6) qui correspond à la division zéro, avec un rayon de 175 millimètres. La seconde circonférence sera tracée de la division 2 du diamètre, avec un rayon de 170 millimètres, et ainsi de suite, en franchissant les divisions de rang impair, et diminuant le rayon de 5 en 5 millimètres. La sixième circonférence sera donc tracée du point B comme centre. On continuera de la même manière, en remontant de B en A, et franchissant toujours les divisions impaires, jusqu'à ce que l'on soit revenu au point A, centre de la onzième circonférence.

La projection que l'on obtiendra pendant la rotation du disque comprendra trois ventres,

l'un au centre, les deux autres aux deux extrémités. On observera deux nœuds intermédiaires dans lesquels se produisent deux mouvements égaux et contraires, la condensation de l'un correspondant à la dilatation de l'autre, et réciproquement.

On obtiendra le second harmonique des tuyaux fermés en supprimant, à l'aide d'un écran placé sur la fente, le quart supérieur ou inférieur de la projection précédente. L'écran devra donc affleurer exactement au premier ou au second nœud.

4° Réflexion d'un mouvement vibratoire continu.

Partageons en dix parties égales, comme précédemment, la demi-circonférence décrite sur le diamètre AB égal à 1 centimètre (*fig.* 6). Menons le rayon horizontal DC, et du point C comme centre, avec un rayon de 175 millimètres, décrivons sur le disque une circonférence dont la partie interceptée par la fente sera immobile pendant la rotation, et représentera le plan supérieur de réflexion.

Du point A, avec un rayon de 170 millimètres, décrivons, dans la moitié inférieure du disque, une demi-circonférence limitée par le prolongement du rayon DC ; du point B, avec le même rayon, décrivons la demi-circonférence symétrique dans la moitié supérieure du disque. Ces deux demi-circonférences se raccorderont sur deux points du rayon DC prolongé.

Décrivons de la même manière deux demi-circonférences symétriques du point de division immédiatement suivant, 1, et de son symétrique 9, avec un rayon égal au précédent, diminué de 5 millimètres, et continuons ainsi pour tous les autres points de division, en ayant toujours soin de tracer chaque demi-circonférence dans le demi-cercle opposé à celui qui contient son centre. Quand nous serons arrivé au point D, les deux demi-circonférences se réduisent à une seule ayant son centre sur ce point. Continuons, en menant du point 6 la demi-circonférence supérieure, et de son symétrique 4 la demi-circonférence inférieure, jusqu'à ce que nous soyons revenu aux points B et A. Enfin, du point C, avec le rayon précédent diminué de 5 millimètres, traçons une dernière circonférence ; sa partie interceptée par la fente représentera le plan inférieur de réflexion.

Cette construction consiste donc à tracer sur une moitié du disque les demi-circonférences de la propagation des ondes (1re construction), le nombre des divisions étant de vingt au lieu de dix, et à les reproduire symétriquement sur la deuxième moitié du disque.

Si nous faisons tourner ce disque devant la fente, nous verrons entre deux plans immobiles de réflexion, onze tranches dont les vibrations produiront des ondes condensées et dilatées qui se réfléchiront alternativement sur les deux plans.

3° Propagation d'une onde isolée.

Dans cette construction et dans les suivantes, les circonférences excentriques ne peuvent plus être employées.

Du centre du disque, traçons une circonférence de 175 millimètres de rayon. Du même point, avec des rayons égaux au précédent, successivement diminué de 5 millimètres chaque fois, décrivons onze circonférences concentriques. Imaginons cinq diamètres partageant la surface du disque en dix secteurs égaux. Remplaçons l'arc de la première circonférence intercepté par les secteurs 1, 2, 3, par une courbe qui s'écarte graduellement de cette circonférence à une distance maximum de 3 millimètres, et dont les deux extrémités se raccordent avec la circonférence. Opérons de même sur la seconde circonférence, en remplaçant par une courbe semblable à la précédente l'arc intercepté par les secteurs 2, 3, 4, et ainsi de suite, en avançant d'un secteur à chaque circonférence.

La *fig.* 4 représente, à une échelle arbitraire, le disposition de ces courbes sur les six premières circonférences.

Lorsque le disque tourne devant la fente, l'on projette sur l'écran des tranches lumineuses parallèles et équidistantes. Chacune d'elles s'avance successivement pour communiquer son mouvement à la suivante, puis revient, après une oscillation, à sa position primitive. Le mouvement se propage ainsi dans toute la longueur de la bande qui représente la projection de la fente. Chaque condensation est suivie d'une dilatation; la direction de la propagation varie avec le sens de la rotation du disque.

Les courbes dont nous venons de parler peuvent être tracées arbitrairement, pourvu qu'on ait soin de les bien raccorder avec la circonférence. Cependant, on pourrait les tracer d'une manière précise; en effet, l'équation générale de cette courbe est en coordonnées polaires :

$$\rho = R + a \sin \pi \frac{\alpha}{\theta}.$$

θ représente l'arc du secteur qui intercepte la courbe. Dans le cas qui nous occupe, $\theta = 360 \frac{3}{10} = 108°$. R représente le rayon de la circonférence avec laquelle se raccorde la courbe, et a l'excursion maximum de la tranche vibrante, comptée à partir de sa position d'équilibre, c'est-à-dire 3 millimètres, comme nous l'avons déjà dit. L'équation donnera les valeurs de $\rho - R = a \sin \pi \frac{\alpha}{\theta}$, c'est-à-dire des ordonnées de la courbe comptées à partir de la circonférence considérée comme axe curviligne, suivant le prolongement des rayons. On aura ainsi les valeurs de $\rho - R$ en fonction de l'angle α considéré à partir d'un point de division quelconque.

Pour plus de simplicité, et c'est le cas de la *fig.* 4, on peut n'employer que la partie

de la courbe correspondant à des valeurs positives de $\rho - R$, c'est-à-dire à des valeurs de α comprises entre $\alpha = o$ et $\alpha = \theta$.

On pourrait, pour plus de précision, se servir de la courbe complète, ou du moins de la partie qui correspond aux valeurs de $\rho - R$ prises depuis $\alpha = o$ jusqu'à $\alpha = 2\theta$; on aurait ainsi, sur chaque circonférence, une onde condensée et dilatée. Dans ce cas, l'excursion a devrait être tout au plus égale à $2^{mm}5$, pour que deux courbes consécutives ne se coupent pas.

Les courbes tracées sur toutes les circonférences sont semblables entre elles. On pourrait les tracer mécaniquement avec un compas à verge dont l'une des pointes se mouvrait sur une courbe tracée en dehors du disque, l'axe de la verge étant assujéti à passer constamment par le centre du disque ; la pointe fixée sur le curseur mobile le long de la verge, tracerait des courbes semblables sur les diverses circonférences concentriques.

Cette projection, ainsi que la première, représente la propagation théorique des ondes sonores ; elles font voir qu'elle se produit au moyen de vibrations longitudinales, le sens de la propagation étant le même que celui des vibrations ; elles montrent ainsi la propagation d'un mouvement continu, sans transport de matière.

6° Vibrations de l'éther.

On sait que les vibrations de l'éther sont produites par un mécanisme tout différent. Il était intéressant de projeter ce mode de vibration, afin de montrer aux yeux la différence des deux modes de propagation du mouvement.

Prenons un disque enfumé, près de la circonférence duquel nous tracerons la courbe sinueuse dont nous venons de parler, et qui est une sinussoïde rapportée à un axe qui est circulaire au lieu d'être rectiligne. Afin de pouvoir projeter une vibration entière, il est nécessaire de donner à θ des valeurs très-petites ; le disque dont je me sers a 36 centimètres de diamètre et contient 20 vibrations entières ; la valeur de 2θ est donc de 18°.

Après avoir disposé notre disque devant le tube de la lanterne, recouvrons la partie qui doit être projetée, d'un écran formé par une feuille de métal noirci, sur laquelle on a découpé 9 fentes verticales parallèles et équidistantes de 1^{mm} de largeur, et dont la longueur, qui est de 24^{mm} dans mon appareil, doit être plus grande que l'amplitude $2a$ de la vibration [1].

---

[1] Dans l'équation de la courbe, $\rho - R = a \sin \pi \frac{\alpha}{\theta}$, les valeurs extrêmes de $\rho - R$ sont $+a$ et $-a$; elles correspondent à $\alpha = \frac{\theta}{2}$ et $\alpha = \frac{3}{2}\theta$.

Si l'on imprime au disque un mouvement très-lent de rotation, l'on verra se projeter sur l'écran des points lumineux qui oscilleront transversalement, tandis que le mouvement se propagera longitudinalement.

En réalité, le mouvement se propage suivant un arc de cercle; mais avec les dimensions que j'indique, l'arc se confond sensiblement avec sa corde, et l'effet produit est le même que si le mouvement était rectiligne.

La *fig*. 5 représente, à une échelle de 5 millimètres pour 1 centimètre, un segment de ce disque recouvert par l'écran.

Avant de construire cet appareil, j'avais fait usage d'une autre disposition que j'indiquerai ici, parce que le principe sur lequel elle est basée pourrait peut-être trouver une application dans d'autres cas.

Choisissons un tube de verre de 2 à 3 centimètres de diamètre sur 8 à 10 de longueur, très-mince, et autant que possible sans défauts. Sur ce tube, traçons une hélice le long de laquelle nous collerons au moyen de gélatine très-limpide des grains de plomb bien équidistants, de 2 à 3^{mm} de diamètre.

Si nous plaçons ce tube dans le cône de lumière divergente projeté par une lentille convergente à court foyer, nous obtiendrons sur un écran l'ombre géométrique du tube et des grains de plomb. En faisant tourner le tube autour de son axe, l'ombre des grains de plomb représentera, sur un fond lumineux, le mouvement vibratoire des molécules de l'éther, et si nous parvenions à faire disparaître l'ombre du tube, le phénomène serait représenté d'une manière satisfaisante. J'ai cherché à obtenir ce résultat, en immergeant le tube dans une cuve construite avec des glaces à face bien parallèles, remplie d'un liquide ayant autant que possible même indice de réfraction et même pouvoir dispersif que le verre qui compose le tube [1].

Le premier résultat s'obtient facilement avec un mélange à proportions convenables de sulfure de carbone et de benzine. Je mélange les deux liquides, en faisant varier leurs proportions jusqu'à ce que le tube, plongé dans le mélange, devienne *tout à fait invisible*. Mais je n'ai pu éliminer complétement l'influence de l'inégale dispersion des liquides et du verre du tube. On pourrait peut-être y arriver, en faisant étirer des tubes avec un verre qui aurait même indice de réfraction et même coefficient de dispersion que le mélange que je viens d'indiquer, ou bien celui de sulfure de carbone et d'alcool anhydre, ou l'un des mélanges précédents dans lequel on ferait varier la dispersion par une addition convenable d'huile de cassia ou de tout autre liquide fortement dispersif.

Il est donc facile d'éliminer l'influence de l'inégale réfraction du tube et du milieu dans lequel il est plongé. Dans ces circonstances, l'ombre du tube n'apparaît plus sur l'écran, mais la légère inégalité de dispersion du tube et du liquide projette deux spectres linéaires, correspondant aux points où les rayons lumineux sont tangents au tube. Malgré cet inconvénient, la projection se fait bien, et donne une idée nette du phénomène.

---

[1] Il est inutile d'ajouter que le liquide doit aussi remplir le tube.

Le tube est fixé, à ses extrémités, dans deux montures métalliques portées par deux tiges dirigées exactement dans l'axe du tube; ces tiges traversent deux bouchons de caoutchouc vulcanisé que l'on fixe dans deux orifices percés sur les parois latérales de la cuve; celle-ci est fermée par un plan de glace rodée qui s'oppose à l'évaporation du liquide. On donne le mouvement de rotation au tube au moyen d'une manivelle montée sur l'une des tiges.

7° Réflexion d'une onde isolée.

On l'obtient en modifiant convenablement la cinquième construction, qui donne la propagation d'une onde isolée.

Traçons sur le disque 12 circonférences concentriques dont les rayons vont en diminuant de 5 en 5 millimètres.

La première et la douzième serviront, comme dans la réflexion des ondes, de plans de réflexion. Imaginons 10 diamètres partageant la surface du disque en 20 secteurs égaux. Sur la deuxième circonférence, nous remplacerons par l'arc de courbe qui donne l'onde condensée (*fig.* 4), l'arc de cercle intercepté par les secteurs 1 et 2. Sur la troisième, remplaçons par un arc semblable l'arc de cercle intercepté par les secteurs 2 et 3, et ainsi de suite, comme dans la *fig.* 4, avec cette différence qu'ici, l'arc de courbe n'est compris que dans deux secteurs au lieu de trois. Arrivés à la onzième circonférence, complétons la courbe des secteurs 9 et 10 qui représente l'onde condensée, par une autre courbe qui remplacera l'arc de cercle intercepté par les secteurs 11 et 12, et dont les ordonnées seront égales à celles de la courbe des secteurs 9 et 10, mais comptées vers le centre du disque au lieu de l'être vers la circonférence; en un mot, par l'arc de courbe donné par les valeurs de $\rho - R$ comprises entre $\alpha = \theta$ et $\alpha = 2\theta$.

C'est à la réunion de ces deux courbes que se produit la réflexion. Continuons, en remplaçant dans la dixième circonférence par un arc semblable à celui des secteurs 11 et 12, l'arc de cercle intercepté par les secteurs 12 et 13, et ainsi de suite, en se rapprochant de la circonférence du disque jusqu'à la deuxième circonférence, dont l'arc intercepté par les secteurs 19 et 20 sera remplacé par une courbe semblable aux précédentes, et se raccordant avec la courbe de sens inverse comprise par les secteurs 1 et 2. La *fig.* 7 montre ce dernier raccordement. La réflexion sur le plan supérieur se fait en AB.

Cette projection, ainsi que celle de la réflexion d'un mouvement vibratoire continu, montre le mécanisme de la réflexion des ondes dans les tuyaux fermés. On pourrait très-facilement modifier la septième construction, de manière à projeter la réflexion avec changement de signe qui se produit à l'extrémité des tuyaux ouverts. Enfin, ces projections peuvent encore servir à la démonstration de la théorie des échos simples et multiples.

8° INTERFÉRENCE DE DEUX MOUVEMENTS VIBRATOIRES.

Nous avons montré les ventres et les nœuds fixes de vibration produits dans les tuyaux sonores, par l'interférence des ondes directes avec les ondes réfléchies. Nous avons aussi montré le mécanisme de ces réflexions. Il ne nous reste plus, pour compléter la démonstration, qu'à projeter l'interférence de deux vibrations de même période et dont la différence de phase est variable.

Pour y arriver, il est nécessaire d'employer pour la projection l'éclairage convergent, qui pourrait aussi être utilisé avantageusement pour toutes les projections précédentes.

L'emploi des lentilles oscillantes, réalisé par M. Lissajous, donne une solution très-simple du problème; les demi-lentilles, souvent employées par M. Billet, nous permettront de rendre la solution encore plus concluante.

Soit DD' (*fig.* 8), le disque sur lequel sont tracées les courbes; AB, une lentille convergente de 10 centimètre de diamètre et de 25 de foyer [1], qui reçoit le faisceau de lumière parallèle LM. Au foyer où vont se concentrer les rayons lumineux, plaçons une lentille convergente de 5 centimètres de diamètre et de 12 centimètres de foyer; pour éviter la confusion, nous la nommerons la lentille projetante. Nous projetterons ainsi sur un écran l'image très-nette des portions des courbes interceptées par la fente. Donnons actuellement à cette lentille un mouvement vertical d'oscillation; toutes les lignes lumineuses projetées vont participer à ce mouvement. Mais comme la rotation du disque devant la fente anime les lignes projetées d'un autre mouvement d'oscillation, celui-ci se composera avec le mouvement engendré par l'oscillation verticale de la lentille, et l'on projettera sur l'écran le mouvement résultant.

Pour plus de simplicité, les courbes tracées sur le disque sont au nombre de trois seulement:

1° Du point O, centre du disque, je décris une circonférence avec un rayon de 14 centimètres; 2° de deux points A, B, pris sur une ligne passant par le point O, à 5 millimètres de part et d'autre de ce point, je décris deux circonférences, l'une de 13, l'autre de 14 centimètres de rayon.

La projection des arcs interceptés par la fente se composera de trois tranches lumineuses dont les deux extrêmes sont animées, pendant la rotation, de mouvements vibratoires de même période et de même amplitude, mais de sens inverse, c'est-à-dire dont la différence de phase est égale à π.

La tranche moyenne restera immobile.

L'amplitude des vibrations ainsi produites est de 1 centimètre; donnons à la lentille projetante, au moyen d'une excentrique calée sur l'axe de rotation du disque, un mouvement vertical d'oscillation de même amplitude. Si l'excentrique est calée de manière que la phase

---

[1] Les dimensions que j'indique sont celles de mon appareil; elles m'ont donné de bons résultats, mais elles peuvent être modifiées au gré du constructeur.

de vibration de la lentille soit, par exemple, la même que celle de la tranche supérieure projetée par le disque, l'interférence nous donnera les résultats suivants :

La tranche supérieure sera animée d'un mouvement vibratoire d'amplitude double ; — la tranche moyenne, qui était immobile, vibrera comme la tranche supérieure avant l'interférence ; — la tranche inférieure sera réduite au repos par la composition de deux mouvements égaux et de sens inverse.

Pour projeter ce phénomène d'une manière plus concluante, l'écran EE (*fig.* 8) est muni de deux fentes verticales parallèles, de même dimension que celle qui nous a déjà servi, et distantes de 15 millimètres.

La lentille projetante CD est placée au-delà du foyer principal de la lentille éclairante ; elle est coupée en deux suivant un diamètre vertical. La moitié droite D est fixe, et projette sur l'écran M'L' l'image L' des lignes de la fente de gauche, non modifiées par l'interférence. La moitié gauche C porte un tenon qui s'engage dans une encoche taillée à l'extrémité de la bielle fixée sur le collier de l'excentrique, et projette en M' sur l'écran l'image des lignes de la fente de droite, modifiées par l'interférence. On a donc, sur le même écran, le mouvement primitif non modifié, à côté de ce même mouvement modifié par interférence. Si l'on dévie légèrement l'axe de l'appareil vers la gauche, les rayons partant des deux fentes tomberont sur la demi-lentille immobile D ; l'interférence cessera, et les mouvements des deux projections seront parallèles ; en ramenant l'axe de l'appareil dans sa direction primitive, l'interférence se produit instantanément.

La *fig.* 9 représente l'appareil disposé pour cette expérience.

La facilité avec laquelle ce changement se produit, rend cette expérience très-frappante et très-concluante.

Pour cette dernière expérience, la lumière électrique et surtout la lumière solaire sont préférables à la lumière Drummond, parce que, dans ce cas seulement, il est nécessaire, pour la netteté des deux projections, que les rayons concentrés par la lentille éclairante forment autant que possible leur foyer en un point mathématique. Pour les autres projections, la lumière Drummond donne une netteté suffisante.

Si l'on cale l'excentrique dans une position différente de celle que nous avons indiquée, on obtiendra l'interférence avec une différence de phase quelconque.

Ces projections serviront à la démonstration des nœuds et des ventres fixes de vibration produits par l'interférence des ondes directes avec les ondes réfléchies, soit dans les tuyaux sonores, soit dans un espace indéfini ; elles serviront aussi à expliquer la théorie des battements.

L'appareil dont j'ai donné les dimensions, dans cet exposé, permet de projeter des bandes de 2 à 3 mètres de longueur, sur lesquelles se produisent tous les phénomènes dont nous venons de parler ; il offre l'avantage de pouvoir être construit très-facilement, et de représenter d'une manière nette, aux yeux d'un nombreux auditoire, des phénomènes dont on n'a, en général, qu'une idée assez confuse.

EXPLICATION DE LA PLANCHE.

Fig. 1. Démonstration de la loi du mouvement vibratoire.

Fig. 2. Secteur du disque sur lequel sont tracées les circonférences excentriques dont la projection donne la propagation des ondes. La petite circonférence O divisée en dix parties égales est le lieu des centres de ces circonférences.

Cette figure est dessinée à l'échelle de 5^{mm} pour 1 centimètre.

AB, circonférence du disque; TT', tube de la lanterne; FF', fente.

Fig. 3. Disposition de l'appareil à projeter.

LL', lanterne de M. Duboscq; D, lampe oxy-hydrogène; O, H, tubes en caoutchouc qui conduisent l'oxygène et le gaz d'éclairage; B, disque sur lequel sont tracées les courbes; E, lentille pour projeter.

Fig. 4. Segment du disque sur lequel sont tracées, à une échelle arbitraire, les courbes dont la projection représente la propagation d'une onde isolée.

Fig. 5. Segment portant la courbe qui sert à projeter les vibrations de l'éther. Échelle de 5^{mm} pour 1 centimètre.

EE', écran, *f*,*f*,*f*,... fentes.

Fig. 6. Amplification de la circonférence de 1 centimètre de diamètre avec ses divisions pour la construction des deux premiers harmoniques des tuyaux sonores et de la réflexion des ondes.

Fig. 7. Segment sur lequel sont tracées les courbes pour la réflexion d'une onde isolée.

Fig. 8. Théorie de l'appareil pour la projection des interférences.

L, M, rayons parallèles à leur sortie de la lanterne; AB, lentille éclairante; EE', écran muni de deux fentes; D'D', disque tournant; C, D, les deux demi-lentilles projetantes; M', L', images des lignes vibrantes projetées sur l'écran.

Fig. 9. Disposition de l'appareil pour la projection des interférences. Afin de renbre visible l'excentrique et les demi-lentilles, on a remplacé le disque noirci par un disque transparent; on a également supprimé l'écran muni de deux fentes.

L, lentille éclairante; D, disque tournant; E, excentrique; *a*, demi-lentille fixe; *b*, demi-lentille mobile; *g*, l'un des guides de la demi-lentille mobile.

RÉSUMÉ

DES

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MONTPELLIER

PENDANT L'ANNÉE 1865;

Par M. Édouard ROCHE.

Baromètre. — La plus grande hauteur barométrique observée en 1865 a été 770^{mm},8 le 10 décembre à 8 heures du matin et à midi. Le baromètre est descendu à 737^{mm},6 le 18 octobre à 4 heures du soir, et à 736^{mm},8 le même jour à 6 heures du soir. — Les hauteurs extrêmes observées depuis neuf ans sont 733,2 le 13 janvier 1857, et 774,2 le 10 janvier 1859.

Voici le tableau des moyennes annuelles, barométriques et thermométriques, depuis 1857.

ANNÉES.	HAUTEUR MOYENNE DU BAROMÈTRE.			TEMPÉRATURE moyenne.
	8 h. du matin.	Midi.	4 h. du soir.	
1857	757,24	756,99	756,32	14,08
1858	57,05	56,64	56,00	14,55
1859	57,48	57,20	56,52	15,09
1860	55,85	55,59	54,99	13,55
1861	57,60	57,41	56,67	14,90
1862	56,81	56,57	55,95	14,97
1863	58,49	58,25	57,54	15,27
1864	56,60	56,31	55,58	14,62
1865	57,38	57,18	56,58	14,93
Moyenne.	757,16	756,90	756,24	14,66

On voit qu'en moyenne le baromètre s'est tenu cette année un peu au-dessus de sa hauteur normale; cela tient principalement aux fortes pressions des mois d'avril, septembre et décembre, car il est resté bien au-dessous en janvier, février, mars et octobre.

La hauteur barométrique moyenne résultant de nos neuf ans d'observations est 756,90 — 0,13 = 756,77, ce qui donne environ 762,4 au niveau de la mer, eu égard à la correction 5m,6 correspondante à l'altitude 58m,7 de notre observatoire.

Thermomètre. — La température moyenne de l'année, conclue de la demi-somme du maximum et du minimum de chaque jour, a été 14°,9; par conséquent supérieure de 0°,27 à la moyenne des neuf ans. Comparons les températures des diverses saisons.

ANNÉES.	TEMPÉRATURE MOYENNE.			
	Hiver.	Printemps.	Été.	Automne.
1857	5,8	12,3	22,8	15,4
1858	5,6	14,0	22,3	15,2
1859	6,8	14,3	24,5	15,8
1860	5,4	12,5	21,4	14,3
1861	6,7	14,1	22,8	15,6
1862	7,2	15,4	22,5	14,9
1863	7,4	14,6	24,1	15,1
1864	5,5	15,0	23,7	14,6
1865	6,4	13,1	23,9	16,2
Moyenne.	6,3	13,9	23,1	15,2

Suivant l'usage adopté, nous avons formé l'hiver des mois de décembre, janvier et février, et ainsi de suite.

L'hiver a été ordinaire, le printemps froid, l'été assez chaud, mais surtout l'automne.

ANNÉES.	JOURS de gelée.	JOURS au-dessus de 30°.	JOURS de neige.	JOURS d'orage.
1857	32	31	3	15
1858	32	46	1	11
1859	28	50	1	13
1860	27	17	4	9
1861	18	40	1	9
1862	15	27	0	14
1863	6	52	1	14
1864	32	52	5	6
1865	24	44	2	8
Moyenne.	24	40	2	11

Il y a eu, en 1865, 24 jours de gelée, savoir : 8 en février, 7 en mars et 9 en décembre. En janvier, le thermomètre a atteint une seule fois zéro, sans descendre au-dessous.

On voit que cette année a présenté un grand dérangement de saisons. Janvier a été très-doux, février ordinaire, et mars très-froid : sa température moyenne est de près de 4 degrés inférieure à la température normale de ce mois.

La plus basse température a eu lieu le 13 février au matin, c'est — 7°,8. Les jours les plus froids ont été les 11, 12 et 13 février, dont la température moyenne est restée inférieure à zéro.

Les chaleurs de l'été, sans être bien grandes, se sont beaucoup prolongées. Le thermomètre est monté 44 fois au-dessus de 30°, savoir : 15 fois en juin, 16 en juillet, 7 en août et 6 en septembre. — La température moyenne de la journée s'est élevée 30 fois à 25 degrés ou au-dessus, savoir : 7 fois en juin, 13 en juillet, 6 en août et 4 en septembre.

Le mois de juin a été chaud, juillet et août ordinaires ; mais les chaleurs de septembre ont été tout à fait anormales : sauf les derniers jours, sa température est celle d'un mois d'août ordinaire.

Les jours les plus chauds ont été le 18 et le 28 juillet, le 26 et le 27 août, avec une température moyenne supérieure à 28°. — La plus haute température observée a été 35°,5 le 26 août.

État du ciel. — On a compté 146 jours où le ciel a été beau, 134 nuageux et 85 couverts. Bien que l'année n'ait pas été pluvieuse, le ciel a été généralement moins serein que dans aucune des huit années précédentes. — Le nombre des jours où il a plu a été de 89, mais il n'y a eu que 55 jours réellement pluvieux, savoir : 13 dans le premier trimestre, 14 dans le second, 9 dans le troisième, et 19 dans le quatrième.

ANNÉES.	NOMBRE DES JOURS			JOURS de pluie.	PLUIE en millimèt.
	Beaux.	Nuageux.	Couverts.		
1857	161	98	106	92	1247
1858	196	99	70	77	645
1859	175	110	80	73	506
1860	148	128	90	90	1006
1861	189	97	79	68	842
1862	176	110	79	86	1299
1863	195	95	75	78	853
1864	172	105	89	98	1037
1865	146	134	85	89	719
Moyenne.	175	108	84	83	906

Pluie. — La quantité de pluie mesurée à la Faculté des sciences a été $0^m,719$, dont la moitié est due aux deux mois d'octobre et de novembre. Les mois de juin et de septembre ont été très-secs. Voici la répartition des pluies par saisons.

ANNÉES.	JOURS DE PLUIE.			
	Hiver.	Printemps.	Été.	Automne.
1857	27	23	11	33
1858	26	18	8	27
1859	18	24	10	18
1860	25	18	14	30
1861	29	17	9	18
1862	18	24	12	32
1863	17	26	9	26
1864	25	19	11	34
1865	32	29	15	21
Moyenne.	24	22	11	27

Certains jours ont été remarquables par de grandes chutes d'eau. Le 21 et le 22 mars, il est tombé 43 millimètres de pluie (avec de la grêle, le 21). — Dans la nuit du 9 au 10 août, par un orage, 49 millimètres. — Les orages des 1 et 2 octobre ont donné 191 millimètres.—Du 7 au 8 novembre, il est tombé 101 millimètres.

QUANTITÉ DE PLUIE EN MILLIMÈTRES.					
1865	FACULTÉ des Sciences.	ÉCOLE Normale.	1865	FACULTÉ des Sciences.	ÉCOLE Normale.
Janvier....	27,7	26,3	Juillet....	29,0	23,5
Février....	9,5	10,7	Août.....	56,5	72,8
Mars.....	68,0	104,0	Septembre.	4,0	2,8
Avril.....	54,0	61,0	Octobre...	247,0	280,6
Mai......	61,4	71,4	Novembre.	112,0	111,3
Juin......	1,0	1,0	Décembre..	49,0	48,8
			TOTAL........	719,1	814,2

Vents. — Les vents du nord ont été plus fréquents que les vents du sud dans le rapport de 17 à 9. Les vents d'est plus fréquents que les vents d'ouest dans le rapport de 4 à 3. — Il a fait de très-forts vents d'ouest, les 14, 15 et 16 janvier; les premiers jours de février; les 9, 10 et 11 février, commencement d'une période de froid; le 21 février; et à la fin de mars, particulièrement le 28 et le 29, qui ont été très-froids.

Hygromètre. — Les plus faibles indications de l'hygromètre à cheveu ont été: 40° le 20 février, le 29 mars, le 13 juin, le 24 juin; et 39° le 26 juin à midi.

Phénomènes accidentels. — Il est tombé de la neige le 3 janvier et le 13 décembre, mais elle a fondu immédiatement. — Il a fait huit orages, dont quatre insignifiants; celui du 2 octobre a seul été considérable.

SUR

LES SYSTÈMES ISOTHERMES

Par M. GARLIN.

PREMIÈRE PARTIE

§ I.

THÉORÈMES SUR LES SYSTÈMES CYLINDRIQUES ISOTHERMES[1].

THÉORÈME I.

Les trajectoires orthogonales d'un système de courbes isothermes planes sont aussi isothermes. (Journal de mathématiques, tom. VIII, note de M. LIOUVILLE.)

En effet, l'équation aux différences partielles, relative aux surfaces cylindriques,

$$\frac{d^2u}{dx^2} + \frac{d^2u}{dy^2} = 0,$$

peut s'écrire ainsi

$$\frac{d}{dx}\frac{du}{dx} = -\frac{d}{dy}\frac{du}{dy},$$

[1] Plusieurs des questions qui suivent sont extraites d'une thèse soutenue devant la Faculté des sciences de Paris, le 4 juillet 1853.

c'est-à-dire qu'on a

$$\frac{du}{dx}\,dy - \frac{du}{dy}\,dx = dv,$$

Donc

$$\frac{dv}{dx} = -\frac{du}{dy},$$

$$\frac{dv}{dy} = \frac{du}{dx}.$$

On déduit de là les relations suivantes :

$$\frac{du}{dx}\frac{dv}{dx} + \frac{du}{dy}\frac{dv}{dy} = 0,$$

$$\frac{d^2v}{dx^2} + \frac{d^2v}{dy^2} = 0.$$

Par conséquent, quand on a un système de courbes isothermes

$$u = \text{const.},$$

il en existe un autre,

$$v = \text{const.};$$

orthogonal au premier, et l'on voit, en outre, que ce nouveau système se déduit immédiatement du proposé.

Les relations ci-dessus donnent aussi

$$\left(\frac{du}{dx}\right)^2 + \left(\frac{du}{dy}\right)^2 = \left(\frac{dv}{dx}\right)^2 + \left(\frac{dv}{dy}\right)^2,$$

c'est-à-dire que le flux maximum est le même dans les deux systèmes isothermes.

L'interprétation géométrique de ce dernier résultat est que les deux systèmes de courbes partagent le plan en rectangles semblables, et, par conséquent, en carrés; car, ε et ε_1 étant les distances de deux couples de courbes infiniment voisines dans les deux systèmes, on a

$$\varepsilon = \frac{du}{\sqrt{\left(\frac{du}{dx}\right)^2 + \left(\frac{du}{dy}\right)^2}},$$

$$\varepsilon_1 = \frac{dv}{\sqrt{\left(\frac{dv}{dx}\right)^2 + \left(\frac{dv}{dy}\right)^2}};$$

d'où

$$\frac{\varepsilon}{\varepsilon_1} = \frac{du}{dv}. \qquad \text{c. q. f. d.}$$

THÉORÈME II.

Les trajectoires quelconques d'un système de courbes isothermes sont aussi isothermes.

L'équation différentielle des trajectoires coupant sous l'angle α les courbes $u =$ const., est

$$\frac{\frac{dy}{dx} + \frac{\frac{du}{dx}}{\frac{du}{dy}}}{1 - \frac{dy}{dx}\frac{\frac{du}{dx}}{\frac{du}{dy}}} = \operatorname{tang} \alpha;$$

elle peut s'écrire ainsi :

$$\frac{du}{dx} dx + \frac{du}{dy} dy + \operatorname{tang} \alpha \left(\frac{du}{dx} dy - \frac{du}{dy} dx\right) = 0.$$

Le premier membre est différentielle exacte, parce qu'on a

$$\frac{d^2u}{dx^2} + \frac{d^2u}{dy^2} = 0.$$

En désignant par v le système orthogonal, il vient

$$d.u + \operatorname{tang} \alpha\, d.v = 0,$$

et, par suite, l'équation finie des trajectoires quelconques est

$$u + \operatorname{tang} \alpha . v = \text{const.}$$

Comme v se déduit aisément de u, on pourra, dans tous les cas, déterminer les trajectoires quelconques d'un système isotherme donné.

Pour prouver que ces trajectoires sont isothermes, représentons par dv_1 le premier membre de l'équation différentielle ; il en résulte

$$\frac{dv_1}{dx} = \frac{du}{dx} - \operatorname{tang} \alpha \frac{du}{dy},$$

$$\frac{dv_1}{dy} = \frac{du}{dy} + \operatorname{tang} \alpha \frac{du}{dx}.$$

Ces relations donnent

$$\frac{d^2v_1}{dx^2} + \frac{d^2v_1}{dy^2} = \frac{d^2u}{dx^2} + \frac{d^2u}{dy^2} = 0. \qquad \text{c. q. f. d.}$$

Le théorème se trouve démontré immédiatement, en remarquant que u et v étant deux intégrales de l'équation linéaire qui exprime l'équilibre de la chaleur, la somme de ces intégrales, multipliées respectivement par des constantes, est aussi une intégrale.

Le théorème en question double le nombre des systèmes isothermes connus ; il a, en outre, une importance géométrique que je vais signaler en quelques mots. Le problème des trajectoires, comme on le sait, a eu beaucoup de célébrité au temps des Bernoulli. Mais, malgré les efforts qu'on a faits, il est loin d'être résolu d'une manière générale. En effet, si l'on excepte le cas des trajectoires orthogonales, on ne sait presque jamais intégrer l'équation différentielle du premier ordre à laquelle conduit la méthode ordinaire. Le théorème de physique mathématique que nous venons de démontrer, donne la solution complète de cette question, dans le cas particulier où les courbes données sont isothermes. En traitant ces mêmes questions par le procédé ordinaire, rien ne sera plus aisé que de trouver le facteur propre à rendre différentielle exacte le premier membre de l'équation à laquelle on arrive. Voilà donc une manière, indirecte il est vrai, d'intégrer une infinité d'équations différentielles du premier ordre, qui ne paraissent pas pouvoir être traitées par les méthodes ordinaires du calcul intégral. Nous ferons tout à l'heure quelques applications.

§ II.

LEMME.

Le lemme suivant nous sera utile :

Que doivent être les paramètres α, β *en fonction de* x *et* y, *pour que l'équation*

$$(a)\quad \frac{d^2u}{dx^2} + \frac{d^2u}{dy^2} = 0,$$

et pour que la condition de l'isothermie

$$(a')\quad \frac{\dfrac{d^2\lambda}{dx^2} + \dfrac{d^2\lambda}{dy^2}}{\left(\dfrac{d\lambda}{dx}\right)^2 + \left(\dfrac{d\lambda}{dy}\right)^2} = \psi(\lambda),$$

conserve la même forme, c'est-à-dire qu'on ait

$$(a_1)\quad \frac{d^2u}{d\alpha^2} + \frac{d^2u}{d\beta^2} = 0,$$

$$(a'_1)\quad \frac{\dfrac{d^2\lambda}{d\alpha^2} + \dfrac{d^2\lambda}{d\beta^2}}{\left(\dfrac{d\lambda}{d\alpha}\right)^2 + \left(\dfrac{d\lambda}{d\beta}\right)^2} = \psi(\lambda).$$

En désignant par μ, u ou λ, et par ω, x ou y, on a

$$\frac{d\mu}{d\omega} = \frac{d\mu}{d\alpha}\frac{d\alpha}{d\omega} + \frac{d\mu}{d\beta}\frac{d\beta}{d\omega},$$

$$\frac{d^2\mu}{d\omega^2} = \frac{d^2\mu}{d\alpha^2}\left(\frac{d\alpha}{d\omega}\right)^2 + \frac{d^2\mu}{d\beta^2}\left(\frac{d\beta}{d\omega}\right)^2 + 2\frac{d^2\mu}{d\alpha\,d\beta}\frac{d\alpha}{d\omega}\frac{d\beta}{d\omega} + \frac{d\mu}{d\alpha}\cdot\frac{d^2\alpha}{d\omega^2} + \frac{d\mu}{d\beta}\frac{d^2\beta}{d\omega^2}.$$

La substitution dans (a) et (a') conduit aux conditions suivantes, pour qu'elles se réduisent à (a_1) et (a'_1) :

$$\left(\frac{d\alpha}{dx}\right)^2 + \left(\frac{d\alpha}{dy}\right)^2 = \left(\frac{d\beta}{dx}\right)^2 + \left(\frac{d\beta}{dy}\right)^2,$$

$$\frac{d\alpha}{dx}\frac{d\beta}{dx} + \frac{d\alpha}{dy}\frac{d\beta}{dy} = 0,$$

$$\frac{d^2\alpha}{dx^2} + \frac{d^2\alpha}{dy^2} = 0, \qquad \frac{d^2\beta}{dx^2} + \frac{d^2\beta}{dy^2} = 0.$$

Ces relations expriment que les paramètres α et β doivent représenter deux systèmes de cylindres isothermes et orthogonaux. Par conséquent, la transformation que nous nous étions proposée est possible d'une infinité de manières.

§ III.

THÉORÈME III.

Les courbes réciproques d'un système de courbes isothermes sont aussi isothermes.

On sait que la courbe réciproque d'une courbe donnée s'obtient par la transformation dite par rayons vecteurs réciproques.

Soit

$$(b) \quad \lambda = f(x, y),$$

un système de courbes isothermes. Pour obtenir l'équation du système réciproque, soient r et r' les rayons vecteurs de deux points réciproques; on a

$$rr' = c^2.$$

Les formules qui donnent les coordonnées x et y d'un point de la courbe en fonction des coordonnées x', y' du point réciproque, sont

$$x = \frac{c^2x'}{x'^2 + y'^2}, \qquad y = \frac{c^2y'}{x'^2 + y'^2}.$$

Par suite, l'équation cherchée est

$$\lambda = f\left(\frac{c^2x'}{x'^2 + y'^2}, \frac{c^2y'}{x'^2 + y'^2}\right),$$

ou bien

$$(b_1) \quad \lambda = f(\alpha, \beta),$$

en posant

$$(b_2) \begin{cases} \alpha = \dfrac{c^2 x'}{x'^2 + y'^2}, \\ \beta = \dfrac{c^2 y'}{x'^2 + y'^2}. \end{cases}$$

Pour que les courbes (b_1) soient isothermes, il faut, d'après le lemme précédent, que les équations (b_2) représentent deux systèmes de courbes isothermes et orthogonales. C'est ce qui a effectivement lieu ; car les équations (b_2) sont les équations de deux systèmes de cercles tangents à deux droites perpendiculaires à leur point d'intersection, et l'on sait que ces deux séries de cercles sont isothermes. C. q. f. d.

La géométrie fait voir immédiatement la vérité du théorème. En effet, le système donné et son orthogonal partageant le plan en petits carrés, comme les angles se conservent dans la transformation par rayons vecteurs réciproques, les deux systèmes réciproques partagent aussi le plan en carrés.

La démonstration analytique a l'avantage de donner les coordonnées curvilignes propres aux courbes réciproques.

Étude des systèmes réciproques.

L'équation (b_1) étant formée en α et β, comme l'équation (b) l'est en x et y, si on a résolu une question quelconque pour les courbes (b), on aura la solution de la même question pour les courbes (b_1), en remplaçant x et y par les valeurs de α et β formés par les relations (b_2).

§ IV.

SYSTÈMES ISOTHERMES QU'ON PEUT FORMER AVEC UN SYSTÈME DONNÉ.

La question à résoudre est celle-ci : *Un système isotherme α étant donné, trouver les systèmes isothermes qui peuvent en dériver.*

Comme le système orthogonal β se déduit immédiatement du système α, on connaît en réalité deux systèmes. Soit un troisième système quelconque γ, je dis que γ est une fonction de α et β.

En effet, par chaque point du plan passe une courbe de chacun des trois systèmes; si on élimine les coordonnées de ce point entre les trois relations qu'elles fournissent, il reste bien une relation entre α, β et γ. Ainsi l'on a

$$\gamma = \varphi(\alpha, \beta).$$

La question est maintenant ramenée à déterminer la forme de la fonction φ, par la condition qu'on ait

$$\frac{d^2\varphi}{dx^2} + \frac{d^2\varphi}{dy^2} = 0.$$

Or, d'après le lemme du § II, la fonction φ se trouve déterminée par l'équation linéaire aux différentielles partielles

$$\frac{d^2\varphi}{d\alpha^2} + \frac{d^2\varphi}{d\beta^2} = 0.$$

On conclut de là que si, dans les équations d'un système isotherme donné et de son orthogonal, on remplace les coordonnées rectilignes par les températures correspondantes, on obtient deux nouveaux systèmes isothermes et orthogonaux.

§ V.

Ainsi, étant donnés les deux systèmes

$$(1)\quad \begin{cases} f(x, y) = \lambda, \\ f_1(x, y) = \mu, \end{cases}$$

isothermes et orthogonaux, on en déduit les deux suivants :

$$(2)\quad \begin{cases} f(\alpha, \beta) = \lambda, \\ f_1(\alpha, \beta) = \mu, \end{cases}$$

lesquels sont aussi isothermes et orthogonaux.

On peut maintenant, sans nouveaux calculs, former le troisième couple. En effet, si on appelle α_1 et β_1 les températures correspondantes au couple (2), il est à remarquer que α_1 et β_1 sont exprimées, au moyen des paramètres géométriques λ et μ, par les mêmes fonctions déjà trouvées pour α et β. Il suffit pour cela de prouver que la condition d'isothermie est la même pour les mêmes systèmes (1) et (2), c'est-à-dire que l'on a

$$\frac{\frac{d^2\lambda}{dx^2}+\frac{d^2\lambda}{dy^2}}{\left(\frac{d\lambda}{dx}\right)^2+\left(\frac{d\lambda}{dy}\right)^2}=\frac{\frac{d^2\lambda}{d\alpha^2}+\frac{d^2\lambda}{d\beta^2}}{\left(\frac{d\lambda}{d\alpha}\right)^2+\left(\frac{d\lambda}{d\beta}\right)^2}.$$

Cela résulte de la seconde partie du lemme du § II.

D'après cela, il suffit de calculer une fois pour toutes les températures α et β du système donné et de son orthogonal en fonction des paramètres λ et μ, et ces fonctions resteront les mêmes pour les températures relatives aux systèmes d'un couple quelconque. Et comme, pour passer du premier groupe au suivant, il suffit de remplacer x et y par α et β, on voit que, pour passer du deuxième groupe au troisième, il faudra remplacer α et β par les températures correspondantes α_1 et β_1, et ainsi de suite. Pour représenter simplement ces systèmes, il faut adopter les coordonnées curvilignes α et β. De cette manière, chaque point est déterminé par l'intersection de deux courbes $\alpha =$ const., $\beta =$ const. Par conséquent, en déterminant α et β en fonction des paramètres λ et μ, et par suite en fonction de x et y, on aura les deux systèmes de courbes orthogonales qui serviront de coordonnées curvilignes dans le couple (2), et ainsi de suite. Si l'on veut revenir des coordonnées curvilignes aux coordonnées rectilignes, ce qui est très-facile, on s'aperçoit bien vite que les équations des systèmes successifs se compliquent de plus en plus. Au moyen des coordonnées curvilignes, au contraire, les équations des divers groupes ont la même forme que celles du premier. Ainsi, les n premiers couples de systèmes isothermes et orthogonaux forment le tableau suivant :

$$(1)\ \begin{cases} f(x, y) = \lambda, \ldots\ldots\ldots\ldots & \alpha = \pi(\lambda) = \pi[f(x, y)], \\ f_1(x, y) = \mu, \ldots\ldots\ldots\ldots & \beta = \pi_1(\mu) = \pi_1[f_1(x, y)], \end{cases}$$

$$(2)\ \begin{cases} f(\alpha, \beta) = \lambda, \ldots\ldots\ldots\ldots & \alpha_1 = \pi(\lambda) = \pi_1[f(\alpha, \beta)], \\ f_1(\alpha, \beta) = \mu, \ldots\ldots\ldots\ldots & \beta_1 = \pi_1(\mu) = \pi_1[f_1(\alpha, \beta)], \end{cases}$$

$$(3)\ \begin{cases} f(\alpha_1, \beta_1) = \lambda, \ldots\ldots\ldots\ldots & \alpha_2 = \pi(\lambda) = \pi[f(\alpha_1, \beta_1)], \\ f_1(\alpha_1, \beta_1) = \mu, \ldots\ldots\ldots\ldots & \beta_2 = \pi_1(\mu) = \pi_1[f_1(\alpha_1, \beta_1)], \end{cases}$$

.

.

.

$$(n-1)\ \begin{cases} f(\alpha_{n-3}, \beta_{n-3}) = \lambda, \ldots\ldots\ldots & \alpha_{n-2} = \pi(\lambda) = \pi[f(\alpha_{n-3}, \beta_{n-3})], \\ f_1(\alpha_{n-3}, \beta_{n-3}) = \mu, \ldots\ldots\ldots & \beta_{n-2} = \pi_1(\lambda) = \pi_1[f_1(\alpha_{n-3}, \beta_{n-3})], \end{cases}$$

$$(n)\ \begin{cases} f(\alpha_{n-2}, \beta_{n-2}) = \lambda, \ldots\ldots & \alpha_{n-1} = \pi(\lambda) = \pi[f(\alpha_{n-2}, \beta_{n-2})], \\ f_1(\alpha_{n-2}, \beta_{n-2}) = \mu, \ldots\ldots & \beta_{n-1} = \pi_1(\lambda) = \pi_1[f_1(\alpha_{n-2}, \beta_{n-2})]. \end{cases}$$

§ VI.

Outre les systèmes doubles du tableau précédent, on peut encore en obtenir une infinité d'autres, toujours avec le même système donné. En effet, si l'on cherche les trajectoires quelconques de l'un quelconque des couples de ce tableau, et ensuite les trajectoires orthogonales de ces trajectoires quelconques, ces deux nouveaux systèmes, correspondant à chaque groupe du tableau, pourront, *en général*, être considérés comme la tête d'un nouveau tableau de couples de systèmes isothermes et orthogonaux. On pourra procéder de la même manière pour les systèmes des nouveaux tableaux ainsi obtenus. Nous avons mis une restriction dans ce qui précède: c'est qu'en effet il y a un cas où la deuxième série ne diffère pas de la première. Cela a lieu lorsque l'équation $f(x, y) = \lambda$ du système donné est linéaire par rapport à x et y. Effectivement, en remplaçant x et y par les températures α et β, on obtient l'équation des trajectoires quelconques du système proposé, et par suite la deuxième série est comprise

dans la première. Cette circonstance se présente quand le premier couple des systèmes orthogonaux se compose de cercles concentriques et de leurs lignes diamétrales.

§ VII.

APPLICATION.

Faisons une application de la théorie précédente *au système formé par les hyperboles rapportées aux asymptotes*[1].

L'équation générale de ces courbes est

$$(c) \quad xy = \lambda^2.$$

On vérifie aisément que les cylindres représentés par cette équation sont isothermes, et que le paramètre thermométrique α a pour valeur

$$(c_1) \quad \alpha = \frac{\lambda^2}{2} = \frac{xy}{2}.$$

Les trajectoires orthogonales des courbes (c) ont pour équation

$$(d) \quad x^2 - y^2 = \mu^2.$$

Ce sont des hyperboles équilatères dont les asymptotes sont les bissectrices des angles des axes coordonnés. Le paramètre thermométrique β relatif à ces cylindres a pour expression

$$(d_1) \quad \beta = \frac{\mu^2}{2} = \frac{x^2 - y^2}{2}.$$

Les systèmes (c) et (d) isothermes et orthogonaux fournissent une infinité d'autres systèmes aussi isothermes et orthogonaux. Les systèmes de la première série, dont nous avons parlé ci-dessus, se forment ici facilement, parce que les paramètres thermométriques α et β sont exprimés algébriquement en fonction des paramètres géométriques λ et μ.

---

[1] Nous emploierons, avec M. Lamé, les expressions de *paramètre géométrique et thermométrique*. (Lecons sur les fonctions inverses...)

D'après le § V, la formation des divers systèmes de la première série ne peut offrir aucune difficulté. En écrivant les équations en coordonnées polaires, on a le tableau suivant :

$$(1)\left\{\begin{aligned} r^2 &= \frac{k}{\sin 2\theta}, \\ r^2 &= \frac{k'}{\cos 2\theta}, \end{aligned}\right.$$

$$(2)\left\{\begin{aligned} r^{(2)2} &= \frac{k}{\sin (2^2\theta)}, \\ r^{(2)2} &= \frac{k'}{\cos (2^2\theta)}, \end{aligned}\right.$$

$$(3)\left\{\begin{aligned} r^{(2)3} &= \frac{k}{\sin (2^3\theta)}, \\ r^{(2)3} &= \frac{k'}{\cos (2^3\theta)}, \end{aligned}\right.$$

$$\vdots$$

$$(n)\left\{\begin{aligned} r^{(2)n} &= \frac{k}{\sin (2^n\theta)}, \\ r^{(2)n} &= \frac{k'}{\cos (2^n\theta)}. \end{aligned}\right.$$

Ce tableau renferme une infinité de systèmes doubles isothermes et orthogonaux. Les degrés de ces équations par rapport au rayon vecteur sont les puissances de 2. Rien de plus commode que de former les systèmes réciproques correspondants ; il suffit de remplacer r par $\frac{\text{const.}}{r}$. On obtient ainsi une nouvelle série de systèmes doubles isothermes et orthogonaux :

$$(1)\left\{\begin{aligned} r^2 &= k \sin 2\theta, \\ r^2 &= k' \cos 2\theta, \end{aligned}\right.$$

$$(2)\left\{\begin{aligned} r^{(2)2} &= k \sin (2^2\theta), \\ r^{(2)2} &= k' \cos (2^2\theta), \end{aligned}\right.$$

$$(3)\left\{\begin{aligned} r^{(2)3} &= k \sin (2^3\theta), \\ r^{(2)3}\ & k' \cos (2^3\theta), \text{ etc., etc.} \end{aligned}\right.$$

Si l'on voulait former les systèmes de la seconde série, on chercherait les trajectoires quelconques des courbes (c), dont l'équation est

$$xy + \text{tang}\,\alpha.(x^2 - y^2) = \text{const.}$$

Ce sont des hyperboles équilatères concentriques. L'équation différentielle des trajectoires orthogonales de ces courbes étant homogène, on trouve par l'intégration des ellipses de Cassini. On aura ainsi un couple qui sera la tête de la seconde série. On n'arrive pas à des résultats simples comme dans le cas que nous venons de traiter complètement. Nous nous dipenserons de présenter ici ces calculs, qui n'offrent d'ailleurs aucune difficulté.

§ VIII.

TRAJECTOIRES QUELCONQUES DE QUELQUES SYSTÈMES DE COURBES.

Nous allons donner la solution de quelques problèmes qui feront comprendre toute l'importance du théorème II du § I.

PROBLÈME I.

Trouver une courbe coupant, sous un angle constant α, tous les cercles passant par deux points donnés.

En prenant pour origine le milieu de la droite joignant les deux points, appelant a la moitié de la longueur de cette droite, et λ l'ordonnée variable des centres, l'équation générale de ces cercles est

$$\lambda = \frac{x^2 + y^2 - a^2}{2y}.$$

La méthode ordinaire du calcul intégral donne pour l'équation différentielle des trajectoires sous l'angle α:

$$(e)\quad (x^2 - y^2 - a^2)\,dy - 2xy\,dx + \text{tang}\,\alpha\,[(y^2 - x^2 + a^2)\,dx - 2xy\,dy] = 0.$$

L'intégration de cette équation ne parait pas commode par les procédés

communnément employés. Le théorème II du § I sert à faire trouver le facteur propre à rendre différentielle exacte le premier membre de cette équation. En effet, nous savons que l'équation finie des trajectoires sous l'angle α d'un système de courbes isothermes est

$$u + \operatorname{tang} \alpha . v = \text{const.},$$

u et v étant les températures relatives aux courbes données et aux trajectoires orthogonales. Dans le cas actuel, on trouve

$$u = k \operatorname{arc\,tang} \frac{x^2 + y^2 - a^2}{2ay},$$

$$v = k \log \sqrt{\frac{y^2 + (x+a)^2}{y^2 + (x-a)^2}}.$$

Par suite, comparant l'équation (e) à l'équation

$$d.u + \operatorname{tang} \alpha . dv = 0,$$

on voit que le facteur demandé est

$$\frac{2a}{4a^2y^2 + (x^2 + y^2 - a^2)^2}.$$

L'équation finie des trajectoires cherchées est d'ailleurs

$$\sqrt{\frac{y^2 + (x+a)^2}{y^2 + (x-a)^2}} = \mathrm{A} e^{\frac{1}{\operatorname{tang} \alpha} \operatorname{arc\,tang} \frac{2ay}{x^2 + y^2 - a^2}}.$$

La simple inspection de cette équation montre qu'elle peut se mettre sous sous la forme remarquable

$$\frac{r}{r'} = \mathrm{A} e^{\frac{\theta}{\operatorname{tang} \alpha}},$$

r et r' étant les rayons vecteurs joignant un point quelconque de ces courbes aux deux pôles, et θ l'angle de ces rayons. Ainsi ces courbes jouissent de la propriété que le logarithme népérien du rapport des rayons vecteurs varie proportionnellement à leur angle.

Le théorème de physique mathématique que nous venons d'appliquer sert encore à intégrer l'équation aux différentielles partielles, à laquelle on arrive par la méthode du facteur. En effet, z étant le facteur propre à rendre différentielle exacte le premier membre de l'équation, il est déterminé par l'équation

$$(x^2 - y^2 - a^2 - 2\,\mathrm{tang}\,\alpha . xy)\frac{dz}{dx} + [2xy - \mathrm{tang}\,\alpha\,(y^2 - x^2 + a^2)]\frac{dz}{dy}$$
$$= 4z\,(\mathrm{tang}\,\alpha . y - x).$$

L'intégration de cette équation dépend de celle des équations simultanées,

$$\frac{dx}{x^2 - y^2 - a^2 - 2\,\mathrm{tang}\,\alpha\, xy} = \frac{dy}{2xy - \mathrm{tang}\,\alpha\,(y^2 - x^2 + a^2)} = \frac{dz}{4z\,(\mathrm{tang}\,\alpha . y - x)}.$$

La première de ces équations est précisément l'équation (e) dont l'intégrale est

$$\mathrm{arc\,tang}\,\frac{x^2 + y^2 - a^2}{2ay} + \mathrm{tang}\,\alpha . \log\sqrt{\frac{y^2 + (x+a)^2}{y^2 + (x-a)^2}} = \mathrm{const}.$$

Pour intégrer la deuxième équation, la méthode consisterait à tirer de cette dernière équation y en x, ce qu'on ne sait pas faire, puisque cette équation est transcendante. Mais comme on a une valeur particulière

$$z_1 = \frac{2a}{4a^2y^2 + (x^2 + y^2 - a^2)^2},$$

il en résulte que l'intégrale de l'équation aux différentielles partielles est

$$z = \frac{2a}{4a^2y^2 + (x^2 + y^2 - a^2)^2}\times$$
$$\times\,\varphi\left[\mathrm{arc\,tang}\,\frac{x^2 + y^2 - a^2}{2ay} + \mathrm{tang}\,\alpha . \log\sqrt{\frac{y^2 + (x+a)^2}{y^2 + (x-a)^2}}\right],$$

φ étant une fonction arbitraire.

On peut vérifier qu'en prenant successivement les dérivées partielles par rapport à x et par rapport à y, et éliminant la fonction φ, on arrive à l'équation aux différentielles partielles fournie par la méthode du facteur.

Le problème dont nous venons de développer la solution, fait voir claire-

ment comment le théorème II du § I sert à intégrer, d'une manière indirecte il est vrai, un nombre considérable d'équations différentielles auxquelles conduisent des problèmes de géométrie.

PROBLÈME II.

Trouver les trajectoires quelconques des cassinoïdes homofocales.

Ces courbes ont pour équation

$$(x^2 + y^2)^2 - 2a^2(x^2 - y^2) + a^4 = b^4,$$

dans laquelle a est constant, et b variable.

On trouve pour l'équation différentielle des trajectoires sous l'angle α,

$$\mathrm{L} = [x(x^2 + y^2 - a^2) - \operatorname{tang}\alpha . y(x^2 + y^2 + a^2)]$$
$$dx + [y(x^2 + y^2 + a^2) + \operatorname{tang}\alpha . x(x^2 + y^2 - a^2)]\, dy = 0.$$

Or, en formant l'équation différentielle

$$d.u + \operatorname{tang}\alpha . d.v = 0,$$

en calculant u et v comme nous l'avons déjà fait plusieurs fois, on trouve

$$\mathrm{L} \times \frac{1}{(x^2 + y^2)^2 - 2a^2(x^2 - y^2) + a^4} = 0.$$

On a ainsi le facteur qui rend différentielle exacte le premier membre de l'équation $\mathrm{L} = 0$.

D'ailleurs, soit au moyen de u et v, soit en intégrant directement l'équation différentielle après avoir multiplié le premier membre par le facteur, et appliquant la méthode des fractions rationnelles, on trouve pour l'équation finie des trajectoires cherchées,

$$\sqrt{[y^2 + (a - x)^2][y^2 + (a + x)^2]} = \mathrm{A}e^{\operatorname{tang}\alpha \operatorname{arc}\operatorname{tang}\frac{2xy}{y^2 - x^2 - a^2}},$$

A étant une constante arbitraire.

PROBLÈME III.

Trouver les trajectoires quelconques des coniques homofocales.

Ces courbes sont représentées par l'équation

$$\frac{x^2}{\lambda^2} + \frac{y^2}{\lambda^2 - b^2} = 1\,;$$

si $\lambda > b$, on a des ellipses, et si $\lambda < b$, on a des hyperboles.

Par la méthode des surfaces isothermes, on trouve

$$u = \log(\lambda + \sqrt{\lambda^2 - b^2}),$$

pour la température des ellipses homofocales.

Pour les hyperboles, le même calcul donne

$$v = \text{arc} \sin \frac{\mu}{b}.$$

L'équation des trajectoires quelconques est donc

$$\log(\lambda + \sqrt{\lambda^2 - b^2}) + \text{tang}\,\alpha.\,\text{arc} \sin \frac{\mu}{b} = \text{const.}$$

Les coordonnées elliptiques conduisent immédiatement à la même équation. En effet, appelant ds_1 et ds_2 les côtés adjacents des rectangles semblables formés par les ellipses et les hyperboles homofocales, on a pour l'équation différentielle des trajectoires quelconques

$$ds_1 = \text{tang}\,\alpha.\,ds_2.$$

Or

$$ds_1 = d\lambda \sqrt{\frac{\lambda^2 - \mu^2}{\lambda^2 - b^2}}, \qquad ds_2 = d\mu \sqrt{\frac{\lambda^2 - \mu^2}{b^2 - \mu^2}}\,;$$

la substitution donne

$$\frac{d\lambda}{\sqrt{\lambda^2 - b^2}} = \text{tang}\,\alpha.\,\frac{d\mu}{\sqrt{b^2 - \mu^2}}.$$

En intégrant, on retombe sur l'équation déjà obtenue.

SECONDE PARTIE

SYSTÈMES ISOTHERMES CONIQUES.

---

§ I.

LEMME.

L'étude des surfaces isothermes coniques se ramène à celle des surfaces isothermes cylindriques.

En effet, l'équation de l'équilibre de la chaleur en coordonnées polaires est

$$\frac{d}{dr}\left(r^2 \frac{du}{dr}\right) + \frac{1}{\sin\theta}\frac{d}{d\theta}\left(\sin\theta\frac{du}{d\theta}\right) + \frac{1}{\sin^2\theta}\frac{d^2u}{d\varphi^2} = 0.$$

Considérons une infinité de cônes isothermes de même sommet ; nous regarderons comme bases les intersections de ces cônes et de la sphère décrite de leur sommet commun comme centre, avec l'unité de longueur pour rayon. La température étant la même le long d'une même arête d'un cône isotherme, ne dépend que des deux angles θ et φ, qui déterminent la direction de cette arête. Par conséquent, la température d'un point quelconque pris sur toute surface isotherme conique, satisfait à l'équation aux différentielles partielles

$$\frac{d}{d\theta}\left(\sin\theta\frac{du}{d\theta}\right) + \frac{1}{\sin\theta}\frac{d^2u}{d\varphi^2} = 0.$$

Posons

$$\frac{d\theta}{\sin\theta} = d\omega, \text{ c'est-à-dire } \log\text{tang}\,\tfrac{1}{2}\,\theta = \omega\,;$$

l'équation précédente devient

$$\frac{d^2u}{d\omega^2} + \frac{d^2u}{d\varphi^2} = 0.$$

Cette équation est la même que celle qui se rapporte aux surfaces cylindriques. Seulement, les variables indépendantes sont ici la longitude φ, et la variable ω, qui est liée d'une manière simple au complément θ de la latitude. Ainsi, il est prouvé que la même équation régit la loi des températures stationnaires dans les surfaces isothermes cylindriques et coniques. Il est à remarquer que $\frac{d\varphi}{d\omega}$ est le coefficient angulaire d'une courbe isotherme sphérique par rapport à ses méridiens, de même que $\frac{dy}{dx}$ est le coefficient angulaire d'une courbe plane. Par suite, la condition de perpendicularité et l'angle de deux courbes sphériques isothermes se déterminent comme dans le plan.

§ II.

D'aprés ce qui précède, se trouvent démontrés les théorèmes suivants.

THÉORÈME I.

Les trajectoires orthogonales d'un système de courbes isothermes sphériques sont aussi isothermes.

THÉORÈME II.

Les trajectoires quelconques d'un système de courbes isothermes sphériques sont aussi isothermes.

THÉORÈM III.

Pour que les paramètres α et β, fonctions de ω et φ, soient tels que l'équation

$$\frac{d^2u}{d\omega^2} + \frac{d^2u}{d\varphi^2} = 0,$$

et que la condition d'isothermie

$$\frac{\frac{d^2\lambda}{d\omega^2}+\frac{d^2\lambda}{d\varphi^2}}{\left(\frac{d\lambda}{d\omega}\right)^2+\left(\frac{d\lambda}{d\varphi}\right)^2}=\psi(\lambda),$$

ne changent pas de forme, il faut et il suffit que α *et* β *soient les paramètres de deux systèmes de courbes sphériques isothermes et orthogonales.*

On a encore cette proposition, *que si, dans les équations d'un système isotherme sphérique donné et de son orthogonal, on remplace les variables* ω *et* φ *par les températures correspondantes, on obtient deux nouveaux systèmes isothermes et orthogonaux.*

Nous allons terminer en résolvant une ou deux questions sur les systèmes isothermes sphériques.

§ III.

SYSTÈMES CIRCULAIRES ISOTHERMES SUR LA SPHÈRE.

Nous déterminerons la position d'un point quelconque sur la sphère, au moyen de sa longitude φ et du complément θ de sa latitude. D'après cela, si φ, θ sont les coordonnées d'un point; φ_1, θ_1 les coordonnées d'un autre point, et λ la distance de ces deux points, la formule fondamentale de la trigonométrie sphérique donne

$$\cos\lambda = \cos\theta\cos\theta_1 + \sin\theta\sin\theta_1\cos(\varphi-\varphi_1)$$

Cette équation peut être regardée comme l'équation d'un cercle quelconque de la sphère, en considérant φ_1, θ_1 comme les coordonnées du pôle; φ, θ comme les coordonnées d'un point quelconque, et λ comme la distance polaire. Nous avons ainsi trois paramètres variables θ_1, φ_1 et λ. Pour trouver tous les systèmes circulaires isothermes, il faut faire varier ces paramètres un à un, deux à deux, et enfin tous les trois ensemble, ce qui fournit six cas différents. Par exemple, supposons que λ varie seul; on a à considérer alors les cercles de même pôle. Comme les paramètres θ_1, et φ_1 sont con-

stants, on peut les supposer nuls, et l'équation des cercles de même pôle se réduit à

$$\cos\lambda = \cos\theta,$$

ou encore plus simplement à

$$\theta = \lambda.$$

Pour que ces cercles soient isothermes, il faut qu'en tenant compte de leur équation, on ait

$$\frac{\dfrac{d^2\lambda}{d\omega^2} + \dfrac{d^2\lambda}{d\varphi^2}}{\left(\dfrac{d\lambda}{d\omega}\right)^2 + \left(\dfrac{d\lambda}{d\varphi}\right)^2} = \psi(\lambda).$$

Pour calculer les dérivées de ce rapport, on se rappellera que θ et ω sont liés par la relation

$$\frac{d\theta}{d\omega} = \sin\theta.$$

Dans le cas actuel, on trouve immédiatement

$$\frac{d\lambda}{d\omega} = \sin\theta, \qquad \frac{d^2\lambda}{d\omega^2} = \sin\theta\cos\theta,$$

$$\frac{d\lambda}{d\varphi} = 0, \qquad \frac{d^2\lambda}{d\varphi^2} = 0;$$

donc on a

$$\psi(\lambda) = \operatorname{cotang}\lambda.$$

Par conséquent, les cercles de même pôle sont isothermes, et, par suite, aussi les méridiens et la loxodromie sphérique.

En appliquant la même méthode aux cinq autres cas, on trouve qu'il n'y a de cercles sphériques isothermes que ceux qui ont le même pôle, et ceux qui passent par deux points donnés. Par suite se trouve démontré le théorème suivant :

THÉORÈME.

Les seuls systèmes circulaires sphériques doubles, à la fois isothermes et orthogonaux, sont les cercles passant par deux points, et leurs trajectoires orthogonales.

§ IV.

PROBLÈME.

Trouver les trajectoires quelconques sous l'angle α des cercles sphériques passant par deux points donnés.

Prenons pour origine des longitudes le milieu de l'arc de grand cercle intercepté entre les deux points fixes. Le lieu des pôles de tous les cercles considérés est le grand cercle mené perpendiculairement par ce point milieu au grand cercle passant par les deux points. Pour obtenir l'équation générale des cercles, remarquons qu'en appelant φ_1 la longitude absolue des deux points donnés, et θ_1 le complément de la latitude du pôle d'un quelconque de cercles, on a, pour la distance de ce pôle à chacun des points fixes,

$$\cos\varphi_1 \sin\theta_1.$$

Mais cette distance doit être égale à la distance du même pôle à un point quelconque du cercle correspondant, laquelle est

$$\cos\theta\cos\theta_1 + \sin\theta\sin\theta_1\cos\varphi;$$

l'équation demandée est donc

$$\text{cotang}\,\theta_1 \text{ ou } \lambda = \frac{\cos\varphi_1 - \sin\theta\cos\varphi}{\cos\theta}.$$

La méthode connue donne

$$\psi(\lambda) = \frac{2\lambda}{\sin\varphi_1 + \lambda^2},$$

d'où

$$u = k \text{ arc tang } \frac{\lambda}{\sin\varphi_1} = k \text{ arc tang } \frac{\cos\varphi_1 - \sin\theta\cos\varphi}{\cos\theta\sin\varphi_1}.$$

Mais

$$v = \int \left(\frac{du}{d\omega} dx - \frac{du}{d\varphi} d\omega \right),$$

Or

$$\frac{du}{d\omega} = \frac{k \sin\theta\,(-\sin\varphi_1 \cos\varphi + \sin\varphi_1 \cos\varphi_1 \sin\theta)}{\sin^2\varphi_1 \cos^2\theta + (\cos\varphi_1 - \sin\theta\cos\varphi)^2},$$

$$\frac{du}{d\varphi} = \frac{k \sin\varphi_1 \sin\varphi \sin\theta \cos\theta}{\sin^2\varphi_1 \cos^2\theta + (\cos\varphi_1 - \sin\theta\cos\varphi)^2}.$$

Par suite, on trouve aisément

$$v = -\frac{k}{2} \log \frac{\sin\theta\,(\cos^2\varphi - \sin^2\varphi_1) - \cos(\varphi - \varphi_1)}{\sin\theta\,(\cos^2\varphi - \sin^2\varphi_1) - \cos(\varphi + \varphi_1)};$$

On a donc pour l'équation des trajectoires demandées,

$$\sqrt{\frac{\sin\theta\,(\cos^2\varphi - \sin^2\varphi_1) - \cos(\varphi - \varphi_1)}{\sin\theta\,(\cos^2\varphi - \sin^2\varphi_1) - \cos(\varphi + \varphi_1)}} =$$

$$= A e^{\frac{1}{\operatorname{tang}\alpha} \operatorname{arc\,tang} \frac{\cos\varphi_1 - \sin\theta\cos\varphi}{\sin\varphi_1 \cos\theta}}.$$

Cette équation est susceptible de prendre une forme plus simple; d'abord l'exponentielle, en vertu de l'équation générale des cercles, peut s'écrire ainsi,

$$e^{\frac{v}{\operatorname{tang}\alpha}},$$

v étant un angle donné par l'équation

$$\frac{\cos\theta_1}{\sin\varphi_1} = \operatorname{tang} v.$$

La quantité sous le radical se simplifie aussi, en remplaçant les coordonnées φ et θ par les coordonnées bipolaires ε et ε_1. On a les relations

$$\cos\varepsilon = \sin\theta\cos(\varphi - \varphi_1),$$
$$\cos\varepsilon_1 = \sin\theta\cos(\varphi + \varphi_1).$$

Exprimant φ et θ au moyen de ε et ε_1, l'équation simplifiée est

$$\frac{\cos\varepsilon}{\sin\frac{1}{2}\varepsilon} : \frac{\cos\varepsilon_1}{\sin\frac{1}{2}\varepsilon_1} = A e^{\frac{2v}{\operatorname{tang}\alpha}}.$$

En faisant tang $\alpha = \infty$, on obtient les trajectoires orthogonales. On voit directement que ce sont les cercles dont les pôles sont tous les points des prolongements du grand cercle passant par les deux points donnés.

Ces cercles jouissent de la propriété que les tangentes des demi-distances polaires sont des moyennes géométriques entre les tangentes des moitiés des arcs de grand cercle compris entre chaque pôle et les deux points fixes. Si, par un quelconque de ces pôles, on mène des tangentes géodésiques à tous les cercles passant par les deux points, comme ces tangentes sont égales, il résulte du théorème de Gauss sur les lignes géodésiques égales émanant d'un point quelconque d'une surface, que le lieu des points de contact est une trajectoire orthogonale de la série des cercles.

Dans ce qui précède, nous n'avons traité que les systèmes isothermes cylindriques et coniques. Dans un autre mémoire, nous nous occuperons des systèmes isothermes d'une manière générale, et en particulier des systèmes triples isothermes et orthogonaux.

DE L'EMPLOI

DE

LA LUMIÈRE POLARISÉE

DANS L'EXAMEN MICROSCOPIQUE DES FARINES,

Par M. A. MOITESSIER.

Parmi les problèmes qui se présentent dans les recherches de chimie légale, il en est peu dont la solution soit entourée de plus de difficultés que ceux qui se rattachent à l'examen des farines. Si l'on fait abstraction, en effet, des cas assez rares où ces substances sont falsifiées par l'addition de matières minérales, faciles à reconnaître par des moyens ordinairement très-simples, c'est presque toujours par le mélange de farines étrangères à celle du blé que la fraude est exercée. Dans de pareilles conditions, les caractères d'ordre chimique sont presque toujours insuffisants, ou du moins ne méritent qu'une importance secondaire.

La constitution chimique des farines présente, il est vrai, des variations assez notables, selon qu'elles proviennent de tel ou tel végétal; mais les différences ne portent le plus souvent que sur la proportion des éléments qui entrent dans leur composition, et ces caractères ne sont jamais ni assez nets ni assez tranchés pour assurer la conviction d'un expert. S'il est quelquefois aisé de reconnaître, par l'analyse, l'origine de farines pures et d'indiquer quel est le végétal qui les a fournies, il devient, dans bien des cas, impossible d'arriver à un résultat certain. Le dosage du gluten, par exemple, qui constitue un des éléments les plus importants, donne souvent des résultats sans valeur, à cause des variations que présente sa quantité dans

les farines normales elles-mêmes, selon leur provenance ou leur qualité ; il en est de même des matières minérales laissées par l'incinération. Ces moyens peuvent servir à découvrir la fraude, lorsqu'elle est faite maladroitement ou sur une très-large échelle; mais dans les cas plus nombreux où la falsification a été habilement pratiquée, lorsqu'une farine étrangère ne forme qu'une petite proportion du mélange, ils ne sauraient fournir que des données insuffisantes pour servir de base à une conviction bien assurée.

Nous sommes loin cependant de refuser à l'analyse chimique le rôle important qu'elle peut jouer dans les questions de cette nature ; souvent même elle est capable de fournir des indications très-précises, qui surpassent en sensibilité toutes les autres méthodes de recherches. C'est ainsi que la coloration rouge que prend la fécule de vesces ou de féveroles, quand on la soumet à l'action successive de l'acide nitrique et de l'ammoniaque, permet d'en découvrir, comme l'a demontré M. Donny, des traces dans un mélange, et d'en apprécier même approximativement la proportion. La présence des phosphates tribasiques dans les cendres caractérise assez nettement la farine des légumineuses, etc. Mais nous ne possédons encore des réactions aussi sûres que pour un petit nombre de cas spéciaux, et d'ailleurs il est toujours indispensable de contrôler, par un ensemble de caractères, les indications que donne une réaction isolée.

L'observation microscopique fournit, dans le cas qui nous occupe, des résultats bien plus certains que l'emploi des réactifs, et il est presque toujours facile, avec un peu d'habitude, de distinguer les unes des autres, par un simple examen au microscope, les farines de diverses provenances, surtout lorsqu'elles ne sont pas mélangées. La forme des grains de fécule présente, en effet, selon les végétaux d'où ils proviennent, des apparences souvent assez caractéristiques pour qu'il soit possible d'éviter en pareil cas toute confusion. Toutefois, ces caractères organographiques, assez facilement appréciables dans les farines pures, perdent beaucoup de leur netteté dans les cas du mélange de produit d'origines diverses : cela tient aux variétés de forme et de grandeur que présentent les grains d'amidon dans un même végétal, de sorte qu'il est quelquefois impossible de les décrire avec assez de précision pour qu'il soit aisé de les distinguer sûrement les uns des autres. Aussi conseille-t-on presque toujours de séparer d'abord par des moyens mé-

caniques, tels par exemple qu'une série de lévigations, les grains de diverse grosseur, avant de les soumettre à l'étude microscopique. On simplifie beaucoup ainsi les difficultés de ces recherches, mais elles restent encore soumises à bien des causes d'incertitude.

Il est un mode d'exploration appelé à rendre de très-grands services, et dont on n'a pas, à notre avis, tiré un parti suffisant ; nous voulons parler de l'emploi de la lumière polarisée. Dans un travail plein d'intérêt, M. Rivot [1] a déjà indiqué, il est vrai, les principaux caractères que possèdent les grains de fécule d'origine diverse, lorsqu'on les étudie dans la lumière polarisée ; en reprenant cette étude, nous croyons être arrivé à quelques résultats qui présentent de l'importance au point de vue pratique ; c'est sur ce sujet que nous nous proposons d'appeler plus spécialement l'attention.

Il est avant tout nécessaire, dans les recherches de cette nature, de se placer dans des conditions constamment identiques, afin de rendre comparables les résultats de diverses observations. On devra à cet égard faire toujours usage du même grossissement, non-seulement pour se familiariser avec la dimension relative des éléments qui entrent dans la constitution des différentes farines, mais encore pour éviter, dans l'étude des phénomènes de polarisation, les causes d'erreur que pourraient introduire les variations de l'intensité lumineuse. Nous employons, d'une manière générale, un microscope Nachet muni de l'objectif n° 3, et de l'oculaire n° 1 donnant un grossissement de 200 diamètres ; cette amplification est plus que suffisante dans presque tous les cas, et l'éclairage est assez brillant pour que les observations ne soient entourées d'aucune difficulté. C'est à de telles conditions que correspondent les descriptions qui vont suivre ; il ne faut pas oublier que les apparences des grains de fécule dans la lumière polarisée subissent quelques modifications, si l'on augmente ou si l'on diminue le pouvoir amplifiant de l'appareil.

Le choix du liquide destiné à baigner la substance sur le porte-objet est également très-important. On sait, en effet, que les liquides employés à cet usage exercent une grande influence sur l'aspect des objets que l'on étudie, suivant que leur indice de réfraction est plus ou moins considérable.

---

[1] Note sur l'examen des farines et des pains. (*Ann. de physiq. et de chim.*, 3e sér., t. XLVII.)

Pour les grains de fécule, en particulier, on observe que les contours sont bordés d'un cercle obscur d'autant plus large que le pouvoir réfringent du milieu est moins grand. Il en résulte des aspects très-différents, selon que l'on emploie de l'eau pure, de l'eau gommée, de la glycérine, de l'huile d'olive, etc. ; il est donc nécessaire d'adopter, pour toutes les observations, un liquide déterminé qui puisse se prêter à la fois à tous les cas. Celui qui nous paraît le mieux convenir est la glycérine sirupeuse du commerce, étendue de son volume d'eau. On se procure facilement cette substance dans des conditions sensiblement identiques ; il suffit d'ailleurs d'en avoir en réserve une petite quantité que l'on conservera dans un flacon bien bouché, afin qu'elle ne puisse absorber l'humidité de l'atmosphère. Il est utile d'ajouter à ce mélange quelques gouttes de créosote, ou un peu d'alcool camphré, pour prévenir le développement des moisissures.

Enfin, nous avons peu de chose à dire relativement à la disposition de l'appareil polariseur. Nous appellerons seulement l'attention sur l'utilité qu'il y a à faire usage, dans plusieurs circonstances, de lames minces de gypse, parallèles à l'axe, qui donnent quelquefois lieu à des phénomènes de coloration caractéristiques. Les lames qui conviennent le mieux sont celles qui communiquent au champ d'observation une couleur rouge ou verte, selon la direction de l'axe ; on se les procure sans peine en clivant un morceau de gypse aussi pur que possible, et en choisissant parmi les fragments ceux qui réalisent les conditions ci-dessus. Quant à la position que doivent occuper ces lames dans le microscope, on peut les placer soit immédiatement au-dessus du polariseur, soit entre l'oculaire et l'analyseur. Cette dernière disposition est plus avantageuse, en ce qu'elle permet de déterminer plus aisément la direction que doit occuper l'axe des lames relativement aux sections principales des deux prismes de Nicol, mais elle exige des plaques plus parfaites.

Les phénomènes de coloration produits par l'interposition d'une lame de gypse sur le trajet de la lumière polarisée, ne se produisent que lorsque la section principale de la plaque n'est ni parallèle ni perpendiculaire au plan primitif de polarisation, et ils acquièrent leur maximum d'intensité quand elle fait avec ce dernier un angle de 45°. C'est cette position qu'il convient de lui donner pour les expériences qui nous occupent ; il est toujours facile de la déterminer très-vite par quelques tâtonnements. En laissant alors la

lame et le polariseur fixes pendant qu'on fait tourner l'analyseur, on voit le fond devenir successivement rouge et vert, selon l'orientation de l'analyseur, mais il y a un point intermédiaire pour lequel la coloration est très-faible ou presque nulle. Dans ces conditions, certaines espèces de fécule, la fécule de pomme de terre par exemple, possèdent une coloration brillante ; tandis que d'autres, telles que celle du blé, ne donnent lieu à aucun phénomène sensible. On peut tirer quelque profit de ces apparences dans l'examen des farines ; toutefois, cette propriété n'a une valeur réelle que dans quelques cas spéciaux ; sa plus grande utilité consiste à contrôler les résultats fournis par d'autres observations. Nous allons indiquer les caractères microscopiques qui appartiennent aux farines des différents végétaux, en insistant sur ceux qui sont de nature à les faire distinguer les unes des autres, lorsqu'elles sont mélangées à de la farine de froment.

Froment. — L'amidon du blé est constitué par des grains assez réguliers, qui se montrent sous le microscope avec des apparences très-variables. Les uns, de forme circulaire, ont une dimension qui varie entre 0mm,07 et 0mm,04. Ils présentent ordinairement un hile punctiforme assez difficile à apercevoir ; dans quelques cas cependant, on observe une ligne fine plus foncée que la surface ; elle traverse le grain suivant l'un de ses diamètres et n'offre que très-rarement des déchirures latérales ; ce n'est d'ailleurs que sur les plus grosses granulations que l'on parvient à la constater.

D'autres ont la forme d'ovoïdes symétriques, ordinairement partagés par une ligne obscure, dirigée selon leur grand axe. Quelques-uns, enfin, ont l'apparence d'un segment de sphère et sont limités, d'un côté par une ligne courbe, de l'autre par une ligne presque droite. Les deux diamètres de ces grains allongés sont très-variables dans leurs rapports ; le plus grand axe est compris entre 0mm,07 et 0mm,04, comme celui des granulations circulaires. Ces apparences si diverses ne tiennent pas, comme on pourrait le croire au premier abord, à des différences de structure des grains de fécule, elles trouvent leur cause dans la position que prennent ceux-ci sur le porte-objet du microscope.

L'amidon du blé n'est pas, en effet, constitué par des granulations sphériques, comme elles le paraissent à première vue, mais par des disques

aplatis dont les faces sont courbes dans le plus grand nombre, et planes dans quelques-uns seulement. On conçoit d'après cela les aspects variés qui apparaîtront selon que le grain sera posé sur une de ses faces ou sur un de ses bords ; dans le premier cas il semblera circulaire, dans le second sa forme sera celle d'un ovoïde ou d'un segment de sphère. Il est d'ailleurs très-aisé de s'assurer de l'exactitude de ce fait, en faisant rouler sous le microscope les grains que l'on examine : on les voit prendre successivement toutes les formes que nous venons de décrire, et ce caractère s'observe aussi bien sur les plus grosses que sur les plus fines granulations.

Il suffit, pour imprimer ce mouvement de rotation, de faire glisser légèrement le couvre-objet, ou de lui communiquer de petites secousses à l'aide d'une aiguille ou de la pointe d'un scalpel. Il est cependant plus commode de faire usage d'un compresseur dont on fait mouvoir la vis pendant qu'on observe la préparation. On produit ainsi dans le liquide des courants peu rapides, qui permettent de suivre sans peine la marche des grains de fécule.

Cette structure particulière de l'amidon avait déjà été signalée en 1838 par M. Payen [1]; mais cette observation semble être tombée dans l'oubli, ou du moins on ne l'a jamais mise à profit dans les recherches de chimie légale. Elle donne une explication facile des phénomènes variés qui prennent naissance dans la lumière polarisée. Si la position des deux prismes est telle que la lumière soit complètement éteinte dans le champ d'observation, les grains à contours circulaires deviennent extrêmement obscurs, et ce n'est qu'avec peine que l'on constate à leur surface la présence d'une croix noire très-peu marquée. Ceux de forme ovoïde, au contraire, sont toujours vivement éclairés, et sont traversés par deux lignes courbes très-noires qui se touchent par leur convexité en laissant entre leurs branches quatre points brillants très-lumineux. Enfin, une apparence analogue, mais moins régulière, se manifeste sur les grains dissimétriques, qui ressemblent à des segments de sphère.

Si, au lieu d'obscurcir complètement le fond, on l'éclaire légèrement en modifiant un peu la position de l'analyseur, tous les phénomènes de pola-

---

[1] Payen ; Mémoire sur l'amidon considéré sous les points de vue anatomique, chimique et physiologique. (*Annales des sciences naturelles*; *Botanique*, 2e série, tom. X, pag. 24.)

risation disparaissent sur les grains circulaires et persistent sur les autres avec d'autant plus d'intensité que leur petit diamètre est moins considérable.

Il est facile de se rendre compte de ces différences, d'après ce que nous venons de dire sur la constitution de l'amidon du blé. Leur faible épaisseur doit nécessairement donner très-peu d'intensité aux effets de polarisation, quand le grain, reposant sur une des faces, apparaît avec une forme circulaire. S'il est au contraire placé de champ, la lumière, le traversant sous une plus grande épaisseur, donne lieu à des phénomènes mieux accentués, qui persistent souvent dans toutes les positions des prismes de l'appareil polariseur. Mais fait-on rouler ces granulations, on les voit présenter successivement ces diverses apparences, et devenir alternativement brillantes et obscures selon la position qu'elles occupent.

Enfin, on peut varier cette expérience et lui donner une autre forme, en interposant une lame sensible de gypse entre le polariseur et l'analyseur. Si la position relative des pièces de l'appareil est telle que le fond ne possède pas de coloration sensible, les grains circulaires n'offrent pas de coloration appréciable, tandis que les seconds sont plus ou moins colorés selon que la lumière les traverse sous une épaisseur plus ou moins considérable, et leur déplacement intervertit le phénomène en modifiant leur position. L'ensemble de ces caractères fournit un moyen très-précieux de déceler avec facilité certaines fraudes. L'addition des farines de légumineuses, par exemple, se découvre, comme on le verra plus loin, avec plus de sûreté que par toute autre méthode.

Légumineuses. — Les grains de fécule des légumineuses possèdent presque toujours des formes assez caractéristiques pour qu'un œil bien exercé puisse les distinguer sous le microscope, lorsqu'ils sont mélangés à de la farine de blé. Cependant, s'ils n'entrent qu'en faible proportion dans le mélange, il devient difficile de reconnaître la fraude par un simple examen fait dans les conditions ordinaires. L'emploi de la lumière polarisée permet, au contraire, de la découvrir avec plus de facilité et de certitude.

La fécule de toutes les légumineuses présente, pour une même espèce, de grandes variétés dans la forme et la grosseur des grains : les uns sont irrégulièrement réniformes, d'autres ovoïdes; rarement ils ont une apparence

circulaire. Le hile, généralement très-accusé, est souvent remplacé par une fente longitudinale sur laquelle se réunissent de plus petites fentes transversales. On pourrait cependant, dans bien des cas, confondre ces grains d'amidon avec ceux du blé, et principalement avec ceux qui présentent leur tranche à l'œil de l'observateur. L'erreur deviendra plus difficile si on fait rouler ces petits corps entre les deux lames de verre. La fécule des légumineuses ne prend jamais la forme circulaire, à cause de la structure de ses grains, qui sont irrégulièrement cylindriques, au lieu d'être aplatis et lenticulaires.

Cette différence devient beaucoup plus sensible encore lorsqu'on fait usage de la lumière polarisée : dans ces conditions, l'amidon des légumineuses présente constamment des points très-brillants placés dans les quatre segments d'une croix obscure, lorsque la lumière du champ est complètement éteinte. Si on fait rouler les grains sur le couvre-objet, on voit leur forme se modifier en même temps que les bandes obscures changent de direction, mais l'éclat des parties lumineuses ne subit, pendant ces mouvements, aucune altération. On a vu, au contraire, que l'amidon du blé éprouvait dans les mêmes circonstances de remarquables variations d'intensité. A ce caractère en est lié un autre, tout aussi important, et tiré des apparences que l'on observe en éclairant légèrement le champ; on constate toujours sur la fécule des légumineuses des croix obscures très-apparentes, quelle que soit la position des grains, tandis qu'il est facile de les faire disparaître d'une manière complète sur l'amidon du froment, en donnant aux grains une position convenable.

Ces divers aspects sont indiquées dans la *fig.* 1, qui représente un mélange de farine de blé et de haricot. La partie supérieure du dessin correspond au point d'extinction de la lumière; dans la partie inférieure, le champ est légèrement éclairé. La fécule de haricot est désignée par la lettre H; tous les autres grains sont de l'amidon de froment. Enfin, l'interposition d'une lame sensible de gypse fait naître des colorations, faibles il 'est vrai, sur la fécule des légumineuses, tandis que celle du blé reste incolore, ou du moins perd sa coloration dès que le grain se montre avec sa forme circulaire.

Cette méthode s'applique, sans exception, aux farines de toutes les légumineuses que nous avons étudiées (haricots, pois, vesces, fèves, etc.) ; elle ne saurait cependant fournir des caractères assez tranchés pour permettre de distinguer les unes des autres les farines provenant des diverses plantes

de cette famille. Mais dans les problèmes de chimie légale, il s'agit, avant tout, de décider qu'il y a eu fraude, et il importe moins d'indiquer si la falsification est due à l'addition de telle ou telle légumineuse; on peut d'ailleurs, à cet égard, recourir à la réaction qu'exercent l'acide nitrique et l'ammoniaque sur la fécule de vesces et de féveroles; la coloration rouge qui se manifeste distingue nettement ces deux farines de celles qui proviennent d'autres végétaux de la même famille.

Fécule de pommes de terre. — La recherche de cette substance dans les farines suspectes ne présente, on le sait, aucune difficulté sérieuse. La forme et la grosseur des grains, les stries concentriques qui couvrent leur surface, sont des caractères toujours assez évidents pour que toute méprise soit impossible. L'emploi de la lumière polarisée donne cependant un moyen beaucoup plus facile de la découvrir, lorsqu'elle n'entre que pour une très-faible proportion dans le mélange.

Les grains de fécule de pomme de terre sont très-variables dans leurs dimensions, et il en est un certain nombre qui, à cause de leur forme sphérique et de leur petit diamètre, peuvent être confondus avec l'amidon de blé, quand on les étudie dans les conditions ordinaires. Examinés dans la lumière polarisée, ils se comportent comme la fécule des légumineuses, avec cette différence que les phénomènes de polarisation ont une bien plus grande intensité. Ils sont toujours très-vivement éclairés et partagés par une croix noire fort obscure. Ces caractères se manifestent encore quand on place l'analyseur dans une position convenable pour donner au champ le maximum de lumière. C'est même dans ces conditions que la distinction est la plus facile, car l'amidon du blé ne produit alors aucun phénomène appréciable.

La *fig.* 4 rend compte de ces différences pour les deux positions extrêmes de l'analyseur. Il est facile, comme on le voit, de distinguer dans les deux cas la fécule de pomme de terre; mais, dans la pratique, la confusion est certainement plus facile à éviter, lorsque le fond est vivement éclairé.

L'emploi de la lame sensible de gypse donne un contrôle de plus aux observations qui précèdent. Elle fait naître en effet, sur la fécule, une coloration très-vive qui persiste dans toutes les positions des pièces de l'appareil,

tandis que l'amidon de blé ne partage plus cette propriété lorsqu'on se place dans les conditions qui ont été précédemment indiquées.

Beaucoup d'autres fécules se comportent d'une manière semblable sous l'influence de la lumière polarisée : telles sont, par exemple, celles d'arow-root et de bryone ; mais comme elles n'ont jamais été employées, à notre connaissance du moins, pour falsifier la farine de blé, il nous suffit de signaler ces faits sans entrer dans de plus longs détails.

Graminées. — Les farines fournies par les végétaux appartenant à la famille des graminées, sont naturellement celles qui doivent présenter avec la farine de froment les plus grandes analogies. Bien souvent même, toute distinction devient impossible si l'on n'a recours qu'à l'examen microscopique de l'amidon. Dans bien des cas aussi, les caractères fournis par l'emploi de la lumière polarisée n'ont que peu de valeur, à cause de l'identité presque complète des phénomènes qui prennent naissance. Les farines de quelques graminées possèdent cependant des caractères assez tranchés pour que le microscope devienne d'une sérieuse utilité.

On peut diviser en deux catégories les fécules fournies par les plantes de cette famille ; les unes ont, comme celle du blé, une forme lenticulaire, et ne s'en distinguent par aucun caractère bien net, soit qu'on les examine dans la lumière ordinaire, soit qu'on les étudie dans la lumière polarisée : telles sont les fécules d'orge et de seigle. D'autres, au contraire, affectent des formes spéciales, quelquefois assez tranchées pour qu'on puisse indiquer de quel végétal elles proviennent. C'est ainsi que l'amidon du riz a l'apparence de très-petits grains polyédriques réunis en groupes plus ou moins volumineux ; celui du maïs présente une forme analogue, mais plus régulière, en même temps que les grains ont des dimensions plus considérables. Enfin, l'avoine semble former un intermédiaire naturel entre ces deux groupes ; les granulations les plus volumineuses paraissent aplaties comme celles du blé, tandis que les plus petites sont polyédriques.

L'emploi de la lumière polarisée se prêterait probablement à la distinction de toutes les farines que nous avons rangées dans la seconde catégorie, si l'extrême ténuité des grains n'apportait souvent de grandes difficultés à l'étude des phénomènes qui se produisent. Il devient nécessaire d'avoir recours à des

objectifs d'un pouvoir amplifiant considérable, ce qui affaiblit d'une manière très-notable l'intensité lumineuse du champ du microscope ; dans ces conditions, les apparences dues à la polarisation perdent beaucoup de leur netteté, ce qui rend fort difficiles les observations comparatives. Cependant, parmi les graminées à fécule polyédrique, il en est une dont les grains prennent un aspect tellement caractéristique, qu'il est aisé d'en reconnaître la présence, lors même qu'ils n'entrent que pour un vingtième dans un mélange avec de la farine de blé ; nous voulons parler du maïs.

L'amidon du maïs est constitué par des grains polyédriques ayant généralement la forme d'hexagones irréguliers ; leur dimension varie entre $0^{mm},05$ et $0^{mm},03$, mais il n'est pas rare d'en rencontrer quelques-uns plus volumineux ; ils sont ordinairement réunis en groupe, et il est plus facile alors de constater leur apparence polyédrique, due à la compression qu'ils éprouvent dans les cellules qui les renferment. Ces grains de fécule sont un peu plus réfringents que ceux du blé, mais la différence est cependant assez peu marquée pour qu'il soit aisé de les distinguer à ce seul caractère.

Dans la lumière polarisée, l'amidon du maïs s'éclaire très-vivement ; les grains sont alors traversés par une croix noire fort obscure, dont les quatre branches s'élargissent sur la circonférence. La *fig.* 3 montre cette apparence caractéristique. Vient-on à éclairer légèrement le champ en faisant tourner l'analyseur, les mêmes phénomènes persistent avec netteté, et on les constate encore quand la lumière atteint son maximum. L'amidon du blé, au contraire, cesse, comme nous l'avons déjà dit et comme on le voit sur la figure, de présenter les croix, qui ne sont appréciables que dans l'extinction complète de la lumière.

Ces résultats sont faciles à contrôler par l'emploi d'une lame de gypse qui colore légèrement la farine de maïs, dans une position où elle n'exerce aucune action sur celle de blé.

A côté des grains de fécule on rencontre, dans toutes les farines, divers débris organisés provenant, soit du périsperme qui enveloppait les graines, soit des cellules qui renfermaient l'amidon. Ces substances, qui ne sont autre chose que des fragments de son échappés au blutage, fournissent souvent de précieux caractères, non-seulement pour découvrir une falsifi-

cation, mais encore pour apprécier, dans certaines limites, la nature de la farine étrangère qui fait partie d'un mélange.

Le périsperme du froment est formé de quatre enveloppes membraneuses que l'on rencontre dans la farine, quelquefois isolées les unes des autres, mais plus ordinairement réunies et superposées. Ces enveloppes ont été parfaitement décrites et figurées par M. Coulier dans son *Manuel de microscopie* [1]. Nous ne saurions revenir sur leur étude sans reproduire les observations de cet habile micrographe; aussi nous bornerons-nous à appeler l'attention sur quelques caractères de la membrane la plus interne dont on trouve fréquemment des débris dans les farines, et surtout dans celles de qualité inférieure qui ont été imparfaitement blutées. Cette enveloppe, désignée sous le nom de quatrième membrane, est constituée par une couche de cellules polygonales qui lui donnent l'aspect d'un réseau à mailles irrégulières. Les cellules renferment à l'état normal une substance granuleuse très-opaque, mais il n'est pas rare de voir cette matière disparaître, et le tissu est alors réduit aux parois cellulaires, douées d'un pouvoir réfringent considérable.

On rencontre d'autre part, dans les légumineuses, des débris d'un tissu aréolaire dont la présence constitue un excellent caractère pour les farines provenant de grains appartenant à cette famille. Ce tissu est composé de cellules à parois très-minces, formant un réseau à mailles plus ou moins larges selon le végétal que l'on considère. Bien qu'avec un peu d'habitude il soit facile de le distinguer de la quatrième enveloppe du blé, un observateur peu exercé pourrait cependant s'y tromper, s'il n'avait fait une étude comparative des deux organes [2].

Ce tissu réticulé se distingue de celui des graminées par la ténuité de ses parois cellulaires et par l'absence de cette matière granuleuse opaque qui

---

[1] Coulier; Manuel pratique de microscopie appliquée à la médecine, 1859.

[2] M. Martens, qui s'est spécialement occupé de l'étude des diverses falsifications des farines, s'exprime en ces termes à cet égard : « L'observation microscopique, appliquée à la » recherche du tissu réticulé, que M. Donny croit exclusivement propre aux légumineuses, » ne m'a pas fourni des résultats très-satisfaisants; car plus d'une fois j'ai rencontré dans la » farine de froment des pellicules de son dont le tissu offrait des mailles plus ou moins » semblables à celles du tissu des féveroles, vu avec un grossissement de 250 fois. » (*Bulletin de l'Académie de Bruxelles*, tom. XVII, pag. 197; 1850.)

remplit normalement les cavités de l'enveloppe interne du froment. Il a pour usage, dans le végétal, de contenir les grains de fécule; aussi n'est-il pas rare de rencontrer des cellules ayant échappé à l'action de la meule et encore remplies de granulations amylacées. Les parois cellulaires, très-minces, sont couvertes de fines ponctuations, et on constate ordinairement plusieurs couches superposées, ce qui n'a pas lieu pour les cellules du froment.

La lumière polarisée fournit un moyen plus sûr et plus commode de distinguer ces deux éléments. Tandis que le réseau des graminées polarise très-vivement la lumière, celui des légumineuses est sur elle sans action appréciable; de sorte que celui-ci disparaît complètement quand le fond est obscur, tandis que le premier devient très-lumineux dans les mêmes conditions. Ces diverses apparences sont représentées dans la *fig.* 2, qui montre en A le réseau du blé et en B celui de la farine de vesces, à un grossissement de 180 diamètres. La moitié supérieure de la figure correspond à la lumière polarisée, la seconde à un éclairage ordinaire.

Les diverses enveloppes du grain de blé ne sont pas toujours isolées les unes des autres; le plus souvent même, elles restent réunies et superposées dans les débris de son, et ce n'est pour ainsi dire que par accident que l'on observe des fragments complètement libres de la membrane interne. Son action sur la lumière polarisée est assez intense pour qu'on l'aperçoive nettement à travers les autres couches de cellules qui l'accompagnent ordinairement, car ces dernières n'exercent qu'une action très-faible, presque comparable à celle du réseau des légumineuses.

Quand on recherche, à l'aide du microscope, les diverses substances dont nous venons de parler, on fait généralement usage d'une solution de potasse caustique qui, lorsqu'elle est suffisamment concentrée, dissout la matière amylacée, tandis que les débris de tissu cellulaire se colorent en jaune sans que leur forme soit altérée. Ce moyen, qui facilite d'une manière notable les recherches, ne saurait être employé pour les études dans la lumière polarisée, car, sous l'influence des liqueurs alcalines, les phénomènes qui viennent d'être indiqués perdent beaucoup de leur netteté, et souvent même ils cessent complètement de se produire.

Toutes les céréales possèdent une enveloppe interne d'une constitution identique à celle du froment, et polarisant comme elle la lumière avec

intensité. Cette propriété ne peut donc servir à distinguer les unes des autres les diverses céréales, elle permet seulement de différencier la farine des légumineuses de celle des graminées. On trouvera cependant d'utiles indications dans l'examen comparatif de ces réseaux réticulés, car ils sont loin de posséder, chez les divers végétaux, des dimensions identiques. Ainsi, dans le maïs ils présentent des cellules plus grandes que celles du blé, tandis que dans l'orge ils sont formés de cellules beaucoup plus petites. Ces différences de grandeur sont même le seul caractère qui permette d'indiquer avec quelque sûreté la présence de la farine d'orge dans un mélange.

Enfin, l'on rencontre encore parmi les débris de matières étrangères accidentellement mélangés aux farines, quelques-uns des poils qui recouvrent normalement l'extrémité des grains des graminées. L'étude de ces organes permet dans certains cas de reconnaître la nature d'une falsification, et l'on s'est même servi, pour distinguer ceux qui appartiennent aux diverses céréales, de quelques caractères fournis par l'emploi de la lumière polarisée. C'est ainsi que M. Rivot [1] fait observer que les poils de l'avoine, étudiés dans ces conditions, présentent sur leur axe et sur leurs bords des lignes noires fortement accusées, séparées par des lignes brillantes. Tout en reconnaissant l'exactitude de cette observation, nous ne saurions lui attribuer une utilité absolue dans les recherches relatives aux falsifications. Les poils du blé et de la plupart des céréales exercent une action de même ordre sur la lumière polarisée, et les apparences que l'on observe, présentent trop d'analogie pour qu'elles puissent servir à distinguer les unes des autres ces diverses espèces de graminées.

Les caractères tirés de la structure, de la forme et de la longueur relative de ces organes, ont, à notre avis, une importance bien plus grande; et si l'emploi de la lumière polarisée est appelé, dans certaines circonstances, à fournir de précieux renseignements, il faut savoir borner son application aux cas seulement où elle peut rendre d'utiles services.

---

[1] *Loc. cit.*, pag. 65.

SUR

LES RACINES AÉRIFÈRES OU VESSIES NATATOIRES

DES ESPÈCES AQUATIQUES

DU GENRE JUSSIÆA L;

Par M. Ch. MARTINS.

Le genre *Jussieua*[1] ou *Jussiæa*[2] a été établi par Linné; il appartient à la famille des Onagraires et renferme actuellement environ quatre-vingts espèces : les unes terrestres, les autres aquatiques, végétant dans les eaux douces de l'ancien et du nouveau continent. Les organes dont nous allons parler n'existent que sur les parties immergées des espèces aquatiques ; ce sont des corps blancs ou rosés, cylindriques ou cylindro-coniques, quelquefois vermiformes, spongieux, pénétrés d'air et se distinguant par leur forme et leur couleur des racines ordinaires et des feuilles qui naissent comme eux des nœuds de la souche fixée dans la vase ou des rameaux flottant à la surface de l'eau.

HISTORIQUE.

A ma connaissance, Rheede est le premier[3] qui ait signalé et figuré les racines aérifères d'une plante qu'il appelait *Nir-Carambu*, et que Linné dé-

[1] C. Linnæi *Corollarium generum plantarum*. Lugduni-Batavorum, 1737, pag. 126.

[2] C. Linnæi *Flora Zeylanica*, 1747, pag. 75. — *Systema naturæ*, 1748, pag. 105. n° 422. — *Mantissa plantarum*, 1767, pag. 69. C'est ce dernier ouvrage que les auteurs citent ordinairement, mais à tort, comme celui dans lequel Linné aurait établi le genre *Jussiæa*.

[3] *Hortus malabaricus*, tom. II, pag. 99 et tab. 51, 1679; et Dillwyn, *A review of the references to the Hortus malabaricus*. Swansea, 1839, pag. 9.

signa plus tard sous le nom de *Jussiæa repens*[1]. Rheede reconnut la nature de ces organes, car il dit : « Radices, quæ ex caulibus hinc inde ad exortum minorum cauliculorum exeunt fibrosæ, albicantes ac rubescentes, aqueæ et fistulosæ. »

Longtemps après, Bonpland, décrivant le *Jussiæa natans* qu'il avait découvert, avec A. de Humboldt, flottant à la surface d'un marais près de Mompox dans la Nouvelle-Grenade, caractérisait les tiges de cette plante dans les termes suivants[2] : « Caules natantes, teretes, carnosi, glabri, ramosi, ad ramificationes vesiculis spongiosis niveis et radicibus fasciculatis instructi. » Humboldt et Bonpland croyaient que cette plante n'adhère pas au sol dans le fond de l'eau, mais qu'elle flotte à la surface, soutenue par ses vésicules aérifères.

Plus tard Wight et Arnott[3] revirent sur le *Jussiæa repens* les organes indiqués et figurés par Rheede, car ils disent en parlant des rameaux de cette plante : « Creeping and floating by means of vesicles round the insertion of the leaves throwing out roots from the joints. » Enfin M. Hasskarl[4] a donné la description suivante des racines aérifères du *Jussiæa repens* : « Utrinque ad basim petioli infra stipulas progeminant primo tubercula rosea 6-8 quæ mox magis excrescunt in radices biformes ; partim radices hæ sunt valde incrassatæ, mollissimæ, tenerrimæ, candidæ, utrinque plus minus attenuatæ, spongiosæ, levissimæ (vesiculæ, W. A. *Prodr.* I, 335-1040) et inde fiunt radices natatoriæ, 1 ad 2, 5 pollices longæ, fusiformes e cellulis constantes stellulatis, canales aërios amplissimos foventibus, parenchyma spongiæforme (Schleiden *Handb.* 232, *fig.* 35) formantibus, partim radices filiformes, roseæ, elongatæ, in inferiore caulis parte ad 20 poll. longæ sat crassæ et spongiosæ ast quam radices natatoriæ firmiores. »

Sur le *Jussiæa grandiflora* Mich., c'est John Sims qui, le premier, a signalé[5] ces organes sur des individus cultivés au Jardin de Kew : il distingue

[1] *Flora zeylanica*, 1747, pag. 75.

[2] *Plantæ æquinoctiales*, tom. I, pag. 16 et tab. III, fig. B, 1808, et Kunth, *Nova genera et species plantarum æquinoctialium*, tom. VI, pag. 99. 1824.

[3] *Prodromus Floræ Peninsulæ Indiæ orientalis*, 1834, tom. I, pag. 335.

[4] *Plantæ javanicæ rariores*, 1848, pag. 440.

[5] Curtis's *Botanical Magazine*, tom. XLVII, tab. 2122. 1820.

très-bien les racines ordinaires fibreuses, d'une couleur foncée, des organes ramifiés composés d'une substance légère analogue à la moelle de Sureau ; il les compare à des flotteurs ou des bouées destinés à maintenir la plante près de la surface de l'eau, car M. Anderson, dit-il, n'a jamais observé qu'elles pénétrassent dans la terre, quoique l'eau dans laquelle la plante végétait n'eût pas plus de 18 pouces de profondeur.

Dans l'herbier de Delile, conservé au Jardin des Plantes de Montpellier, se trouve une note de sa main, avec la date d'août 1823, accompagnant des échantillons de *Jussiæa grandiflora* desséchés avec leurs racines aérifères. Je reproduis cette note en entier : « Caules immersi natantes cylindrici. Radices numerosæ, fasciculatæ ex axillis foliorum, aliæ simplices limum petentes, aliæ natantes in radiculas laterales horizontales numerosas divisæ. Radices istæ succis plenæ, descendentes. Radices aliæ adventitiæ fusiformes, cellulosæ, inflatæ, exsuccæ, albæ, prioribus contiguæ, plantam sustinentes per aquam et vesicarum more auxiliatrices. Quin imò medulla radicum adventitiarum sub epidermide côrticis interdum serpit, turget, corticem dilacerat ita ut crassior et levior insuletur et aliqua parte caulis mutetur : exsucca et levis hæc medulla aëre plena locum tenet corticis ut figurâ ostenditur.» La figure manque dans l'herbier, mais ce passage montre que Delile avait très-bien reconnu l'existence de ces organes et constaté leur utilité : ils ne sont pas mentionnés dans la description de 22 espèces indiquées comme aquatiques dans le troisième volume du *Prodromus* de De Candolle [1], qui parut en 1828.

Les descriptions plus détaillées faites depuis cette époque montrent que ces organes n'avaient pas échappé à l'attention des observateurs. Ainsi le nom seul de *Jussiæa helminthorrhiza*, donné par M. de Martius [2] à une espèce de Bahia, prouve déjà qu'il avait vu les racines aérifères qui ressemblent souvent à des vers intestinaux nématoïdes ; l'illustre botaniste a soin d'ajouter: « Radicibus pluribus in corpora spongiosa vermiformia, oblonga, utrinque acuta, alba roseave tumentibus.» Les racines aérifères ne sont mentionnées dans aucune des 36 autres espèces décrites dans le *Repertorium Botanices*

---

[1] *Prodromus systematis regni vegetatilis*, tom III, pag. 52.

[2] *Herbarium Floræ brasiliensis. Flora*, tom. XXII, pars I, *Beiblätter*, pag. 61, 1839. Description reproduite dans Walpers, *Repertorium*, tom. II, pag. 74, 1843.

systematicæ[1] et les *Annales Botanices systematicæ*[2] de Walpers. Cependant, en parcourant les grands herbiers, il est facile de voir par le choix des échantillons que ces singuliers organes avaient frappé l'attention des collecteurs et de ceux qui observaient les plantes vivantes dans les jardins botaniques. Ainsi je trouve dans l'herbier de M. De Candolle un rhizôme de *Jussiæa grandiflora* cueilli en 1840 dans le Jardin de Genève, et accompagné d'une étiquette de M. Reuter portant : « Racines garnies d'un tissu cellulaire léger et spongieux qui les fait monter verticalement.» Néanmoins ces organes signalés par les botanistes descripteurs n'avaient pas encore été l'objet d'une étude particulière : c'est cette lacune que je vais essayer de combler par ce travail. Comme il est consacré spécialement à la description et à l'anatomie des racines aérifères des *Jussiæa repens* L. et *J. grandiflora* Mich., je me borne à indiquer deux autres espèces que j'ai trouvées munies de racines aérifères dans les herbiers du Muséum et de M. Delessert à Paris, ou de M. De Candolle à Genève. Leurs formes diffèrent peu, étant toujours plus ou moins cylindriques ; néanmoins elles ne sont jamais identiques dans deux espèces distinctes et peuvent aider à différencier celles qui se ressemblent par d'autres caractères ; ces espèces sont :

Jussiæa natans H. B. Nouvelle-Grenade près Mompox, Fernambouc (herb. Delessert), Paraguay (Weddell, 3239) et

Jussiæa helminthorrhiza Mart. Bahia, Salzmann 1830 (herb. de Candolle).

Le nombre des espèces de *Jussiæa* sur lesquelles j'ai observé des racines aérifères ne s'élève donc pas à plus de quatre ; mais je suis convaincu qu'on retrouvera ces organes sur toutes les espèces aquatiques, lorsque l'on sera prévenu de leur existence. On les cherchera sous l'eau en arrachant les tiges submergées de la plante, au lieu de se borner, comme on le fait habituellement, à cueillir les sommités fleuries qui dépassent la surface.

Description des racines aérifères du Jussiæa repens L.

Le *Jussiæa repens* L. (*J. adscendens* L., *J. diffusa* Forsk., *J. grandiflora* Mich., *J. peploides* H. B., *J. polygonoides* H. B. *J. fluvialis* Blume,

---

[1] Tom. II, pag. 72, 1843, et tom. V. pag. 664; 1845-1846.

[2] Tom. II, pag. 531, 1851-1852, et tom. III, pag. 861; 1852-1853.

J. ramulosa DC., *J. Swartziana* DC., *J. stolonifera* Guill. et Perr., *Jussieua alternifolia* E. Meyer) est une plante des parties chaudes et tempérées de l'ancien et du nouveau monde ; elle occupe une large bande dont les deux bords, parallèles à l'équateur, sont éloignés chacun de 35 degrés latitudinaux de la ligne équinoxiale. Les marais d'eau douce, les bords des fleuves, les terrains inondés de l'Asie, de l'Afrique, de l'Amérique et de l'Océanie, sous tous les méridiens, ont pour ainsi dire été envahis par cette espèce, qui se propage à la fois par ses nombreux stolons et par ses innombrables graines dont la germination est très-facile.

C'est en octobre 1862 que M. Durieu de Maisonneuve me montra cette plante qu'il avait reçue d'Afrique, où M. Letourneux[1] l'avait découverte dans un canal près de Bône, le 20 septembre 1861. Elle était cultivée dans les plates-bandes du jardin botanique de Bordeaux et végétait dans un tonneau peu profond ; ses nombreuses racines aérifères s'élevant du fond de l'eau me frappèrent vivement. L'année suivante, grâce aux graines envoyées par M. Durieu, je cultivai la plante dans le Jardin de Montpellier, où elle réussit admirablement. Quand on considère la plante végétant dans une terrine ou un baquet, sous quelques décimètres d'eau, on distingue cinq sortes de racines flottantes, partant toutes des nœuds de la souche ou des branches sur lesquelles naissent également les feuilles et les rameaux :

1° Des racines flottantes simples, filiformes, rougeâtres, de 1 à 20 centimètres de long, poussant principalement sur les derniers nœuds immergés des rameaux flottants (*pl.* IX et X *a a a*).

2° Des racines, modification des premières, également rougeâtres, mais hérissées de petites radicules fines. Ces racines ont de 5 à 40 centimètres de longueur, en général 20 centimètres ; elles sont également flottantes, mais s'implantent quelquefois dans la vase par leur extrémité (*pl.* IX et X *b b b*).

3° Des racines, également ramifiées, mais dont l'axe, au lieu d'être grêle et rougeâtre, est tuméfié, spongieux, aérifère, d'un blanc-jaunâtre (*pl.* IX *c*). Ces racines, que j'appellerai *mixtes*, sont quelquefois flottantes, mais plus souvent enfoncées dans la vase. Quand on extrait un pied de *Jussiæa* de sa terrine, et qu'on enlève au moyen de lavages répétés toute la vase, on voit

---

[1] Collection Kralik, n° 159. (herb. De Candolle et Cosson).

que le système radiculaire par lequel la plante adhère au fond de l'eau se compose en entier de *racines mixtes,* qui forment la transition à celles que nous allons décrire sous le nom de *racines aérifères*, et qui se présentent sous deux formes, savoir :

4° Les racines aérifères des rameaux flottants, véritables *vessies natatoires* de la plante : elles naissent sur les nœuds comme les autres, formant des faisceaux composés de deux à quatre, rarement cinq racines. Leur longueur moyenne est de 2 centimètres, mais elle varie de 1 à 5 ; leur forme est celle d'un cône très-allongé, terminé par une pointe de couleur rosée qui contraste avec le blanc mat de la partie cylindrique. Molles, spongieuses, non ramifiées, elles ne s'enfoncent pas dans le sol, et l'air s'en échappe en petites bulles quand on les comprime entre les doigts au-dessous de la surface de l'eau (*pl.* IX et X *v v v*).

5° Enfin, les racines aérifères qui naissent de la souche, et quelquefois des racines mixtes enfoncées dans la vase. Elles s'élèvent verticalement comme des colonnes du fond de l'eau (*pl.* IX et X *d d d*). Leur longueur varie de 10 à 4 centimètres ; elle est en général de 5 à 6 et augmente ou diminue suivant la profondeur de l'eau, dont elles cherchent à atteindre la surface. Leur diamètre atteint en moyenne 5 millimètres ; leur forme est celle d'un cylindre terminé par une petite pointe ; leur couleur, un blanc d'argent ; leur consistance, molle et spongieuse. Elles sont rarement ramifiées (*pl.* X *d' d' d'*), et ne présentent alors que deux ou trois rameaux latéraux naissant du même côté. Quand ces racines sont nombreuses, elles forment, au fond de l'eau, une sorte de tapis argenté du plus singulier effet.

Telles sont les cinq espèces de racines que possède le *Jussiæa repens* : les deux premières ne sont ni spongieuses ni aérifères ; la troisième offre un axe spongieux et des ramifications qui ne le sont pas ; les quatrième et cinquième sont simples et entièrement spongieuses et aérifères. Ces cinq sortes de racines se combinent entre elles de diverses façons. Ainsi, j'ai vu des vessies natatoires sur des racines mixtes ou même sur des racines ordinaires ramifiées ; mais l'anomalie la plus singulière est celle que Delile avait déjà aperçue sur le *Jussiæa grandiflora* : c'est lorsqu'une portion plus ou moins longue de la tige devient spongieuse (*pl.* X *e e*). Cela se voit uniquement sur les parties submergées. Le tissu aérifère se développe sous l'épiderme, qui se

soulève, se déchire et permet à la tige de se gonfler dans toute la portion envahie. Le tissu spongieux s'arrête brusquement, et la tige reprend sa grosseur et sa structure ordinaires.

Description des racines aérifères du Jussiæa grandiflora Mich.
(*J. repens* var. *grandiflora* Nob.)

Espèce distincte ou simple variété du *Jussiœa repens*, le *Jussiœa grandiflora*, découvert par Michaux[1] aux environs de Savannah en Géorgie, a été retrouvé sur la côte orientale de l'Amérique depuis le Kentucky jusqu'au Rio de la Plata. Delile la cultivait dès 1823 dans le canal de l'École botanique du Jardin des Plantes de Montpellier. Vers 1830, le jardinier en chef, appelé Millois[2], en porta quelques pieds dans la petite rivière du Lez, près du port Juvénal, où elle s'est naturalisée en occupant toute la rivière en aval du pont qui la traverse. MM. De Candolle père et fils[3] l'ont constaté en 1836. Depuis, cette plante a envahi non-seulement tout le cours inférieur du Lez, de manière à gêner la navigation de la partie canalisée de cette rivière qui conduit à la mer, mais encore elle a pénétré dans tous les canaux et fossés d'irrigation des prairies de Lattes, où elle est la plante dominante. Cette naturalisation est d'autant plus singulière que l'espèce se propage uniquement par stolons, car jamais elle ne fructifie en France et rarement dans son pays natal[4]. Cependant les fleurs sont souvent visitées par les abeilles. Le pollen, parfaitement organisé, identique à celui du *J. repens*, laisse échapper dans l'eau sa fovilla animée du mouvement brownien ; d'un autre côté, l'ovaire contient de nombreux ovules transparents, en tout semblables à ceux du *J. repens*, qui donne chaque année, à Montpellier comme à Bordeaux, un grand nombre de graines fertiles.

Une comparaison minutieuse des parties florales, calice, corolle, étamines,

---

[1] *Flora boreali-americana*, tom. I, pag. 267.

[2] Chapel, Sur l'acclimatation dans le Lez de quelques plantes aquatiques. (*Bulletin de la Société d'agriculture de l'Hérault*, avril 1838.)

[3] Alph. De Candolle, Végétaux phanérogames naturalisés près de Montpellier. (*Bibliothèque universelle de Genève*, nov. 1836), et Géographie botanique, pag. 714.

[4] Chapmann, *Flora of the southern United States*, 1860, pag. 140,

et des feuilles examinées comparativement à la loupe et au microscope ne m'ayant pas permis d'apercevoir la moindre différence, sauf la grandeur des parties, entre les deux espèces, je les réunis donc et considère le *J. grandiflora* Mich. comme une variété à grandes fleurs et grandes feuilles du *J. repens*. Cette variété, ne se propageant que par stolons, maintient ses caractères. Sa distribution géographique vient encore à l'appui de mon opinion, car elle occupe une position relativement limitée, savoir: les côtes orientales d'Amérique, depuis la Géorgie jusqu'au Rio de la Plata, comprise dans l'aire américaine du *J. repens* qui s'étend du Kentucky au Rio de la Plata, le long des côtes de l'Atlantique comme de la mer Pacifique, où personne n'a encore signalé la présence de la variété à grandes fleurs.

Les parties émergées de la tige sont simples ou rameuses : elles présentent des nœuds très-marqués où s'insèrent les feuilles et les fleurs axillaires qui leur correspondent. Mais si l'on arrache la plante de façon à pouvoir observer les parties immergées, on voit que ces nœuds portent en outre des faisceaux de racines fort différentes entre elles comme celles du *J. repens*, savoir : 1° des racines filiformes, simples ou ramifiées (*pl.* XI. *bbb*), rougeâtres; 2° des racines dont l'axe est spongieux et que j'ai appelées mixtes (*pl.* XI. *ccc*...); enfin 3° des racines blanches, spongieuses, aérifères, simples, dressées verticalement et partant de la souche, des racines mixtes enfoncées dans la terre, ou de la partie inférieure des tiges (*pl.* XI. *ddd*...). Quand la plante végète dans une rivière ou un canal, leur longueur ne dépasse pas 5 à 7 centimètres sur 2 à 3 millimètres de diamètre. En général plusieurs, fixées sur le même nœud caulinaire, forment des faisceaux composés de deux à cinq racines. Mais si l'on cultive la plante dans une terrine, ces racines, groupées en faisceaux nombreux et serrés, atteignent une longueur de 15 à 17 centimètres sur 2 à 5 millimètres de diamètre : elles sont cylindriques, d'un blanc d'argent, et leur pointe se contourne en hélice. On n'observe pas dans le *J. grandiflora* ces racines aérifères, coniques, véritables vessies natatoires qui garnissent toute la partie immergée des rameaux flottants du *J. repens* ou du *J. natans*, et les soutiennent à la surface de l'eau. Les tiges émergées du *J. grandiflora* se soutiennent par elles-mêmes et sont plus ou moins dressées : aussi les racines aérifères de cette variété rappellent-elles ces organes sans fonctions dont l'existence, chez certaines espèces, ne prouve que

l'unité de composition des organismes semblables, dans les végétaux comme dans les animaux.

Les cinq espèces de racines adventives que nous avons décrites se développent sous l'influence de l'eau. Les extrémités de la tige qui s'élèvent au-dessus du liquide en sont complètement dépourvues. Si l'on cultive les *Jussiæa* précités dans une terrine enfoncée dans le sol, les stolons, longs souvent de 50 centimètres, qui dépassent les bords de la terrine, sont complètement dépourvus de racines; mais si l'on a soin de faire plonger de nouveau dans un vase rempli d'eau une certaine portion de l'un de ces stolons, les racines filiformes, puis de petites racines aérifères, apparaîtront bientôt. Un *Jussiæa* cultivé dans un terrain sec ne pousse des racines caulinaires que dans la portion inférieure de la tige en contact avec le sol, qui conserve toujours un peu d'humidité après les pluies; jamais il ne se développe de racines aérifères. Si la plante pouvait vivre dans un terrain parfaitement sec, je suis convaincu que sa tige ne présenterait même point de traces de racines; car celles qui se développent dans les circonstances ordinaires d'une plante terrestre de jardin, sont très-grêles et très-courtes. La plante tout entière est alors fort différente des sujets venus dans l'eau. Le port général, la disposition des rameaux, dont les entre-nœuds rapprochés portent de petites rosettes de feuilles avortées, ne sont plus les mêmes. Les feuilles, réduites au quart de leur grandeur naturelle, se couvrent de poils blanchâtres qui manquent sur celles de la plante immergées dans l'eau. Presque tous les ramaux florifères sont remplacés par des branches courtes, non ramifiées, composées uniquement de feuilles encore plus petites que celles dans l'aisselle desquelles ces branches ont pris naissance. Les fleurs sont plus hâtives, plus rares et plus petites, mais leurs caractères sont les mêmes que ceux des individus qui végètent dans l'eau.

Comparaison des vessies natatoires des Jussiæa avec celles de quelques autres végétaux et animaux aquatiques.

Chez les plantes aquatiques appartenant à d'autres familles naturelles, ce sont en général les organes foliacés qui remplissent le rôle de vessies natatoires. Je me contenterai de citer les *Utricularia vulgaris*, *U. intermedia*

et *U. minor*, où une partie des ramifications de la feuille décomposée deviennent vésiculeuses[1]; celles de l'*Aldrovandia vesiculosa*, où c'est le limbe lui-même d'une feuille simple[2] qui se renfle. Dans d'autres plantes, c'est le pétiole qui se gonfle et se remplit d'air; ex : *Trapa natans*[3], *Pontederia crassipes*[4], et nous constaterons que la composition de l'air qui remplit ces organes se rapproche beaucoup de celle de l'air contenu dans les lacunes des racines spongieuses.

Chez les animaux, nous voyons également des organes différents remplir la fonction de vessie natatoire; dans les Poissons, c'est la vessie aérienne qui appartient au système œsophagien et correspond au poumon des animaux aériens. Dans l'Argonaute, c'est la légèreté même de la coquille qui aide l'animal à se soutenir à la surface de l'eau; chez le Nautile et d'autres univalves, ce sont les cloisons remplies d'air traversées par le siphon[5]. Enfin, dans les Acalèphes hydrostatiques ou Siphonophores, ce sont des vésicules aériennes situées au sommet de la grappe et des cloches natatoires rangées sur les côtés[6]. Dans les Vellelles, c'est un bouclier avec canaux aérifères[7]. Enfin, dans un mollusque gastéropode pélagique de la Méditerranée, la Janthine, ce sont de petites bulles d'air emprisonnées dans une écume dont les cellules sont formées par la mucosité que sécrète le pied de l'animal. Semblable à un ludion, cette écume le soutient à la surface de l'eau. La vessie natatoire de la Janthine n'est donc plus même un organe transformé, mais seulement le produit d'une sécrétion devenue aérifère par suite des mouvements particuliers du pied de l'animal[8].

---

[1] Cosson et Germain, Atlas de la flore des environs de Paris, pl. XVIII bis, fig. A 5, B 3 et C 5, et *Dict. des sciences natur*. pl. XXVII, 4.

[2] Lamarck, Illustrations, pl. CCXX, *b*.

[3] De Candolle, Organographie. pl. LV, *p*. et *i*.

[4] Schnizlein, *Iconographie*, tom. 1, pl. LIV.

[5] Milne Edwards, Éléments de zoologie, pag. 785, fig. 314.

[6] Vogt, Sur les Siphonophores de la mer de Nice, pl. III, fig. 2, *a. c. d.*; pl. VII *a.* et *c.*; pl. XII, fig. 2 et 3, etc.

[7] *Ibid.* pl. I, fig 5 et 6.

[8] Voyez Lacaze-Duthiers, Comment les Janthines font leur flotteur? (Recherches sur les animaux des faunes maritimes de l'Algérie et de la Tunisie, pag. 317. 1866.)

STRUCTURE ANATOMIQUE DES RACINES AÉRIFÈRES DES JUSSIÆA REPENS ET J. GRANDIFLORA.

Si l'on fait une section longitudinale sur une petite radicule aérifère de *Jussiæa repens* d'un centimètre de longueur, et qu'on l'examine avec un grossissement de six fois, on remarque d'abord à l'extrémité une petite coiffe (piléorhize [1] *Wurzelhaube* [2]) dont la partie extérieure, déjà morte, commence à se détacher (*pl.* XII, *fig.* 1 *m m'*); au centre est un faisceau de vaisseaux rayés *a a*; à l'extrémité de la radicule, et en contact avec le faisceau central, on voit des rangées de cellules prismatiques *b b* non séparées par des espaces lacunaires et contenant des granules verts; le corps de la radicule spongieuse se compose de tissu cellulaire (*fig.* 1 et 2 *d d*) dont les lacunes ou intervalles des cellules sont remplis d'air et paraissent noirs avec un centre blanc sous le microscope. Enfin, à la circonférence se trouve une mince couche de lacunes et de cellules *f f* pénétrées d'eau, qui sont transparentes.

Avec un grossissement de 80 fois (*pl.* XII, *fig.* 2), on observe que les cellules les plus extérieures *f* sont déchirées et que la racine aérifère est complètement dépourvue de couche épidermique. Avec un grossissement de 200 fois (*fig.* 3), on voit le cloisonnement de ces cellules, les lacunes qu'elles laissent entre elles et les *nucleus n n* qu'elles contiennent.

L'examen microscopique des racines *ordinaires* du *Jussiæa grandiflora* (*pl.* XII, *fig.* 4) nous dévoile très-bien la transformation du tissu cellulaire normal sans lacunes en tissu cellulaire lacunaire aérifère. Sur des racines simples et filiformes on remarque souvent une ou deux rangées de cellules *c* situées vers la périphérie, séparées par des lacunes longitudinales et apparaissant sous le microscope comme deux bandes noires, blanches au centre. Sur des racines ordinaires ramifiées, ces espaces intercellulaires aérifères se multiplient. Dans d'autres préparations, les cellules sont plus écartées, les espaces lacunaires agrandis, et on remarque les prolongements latéraux qui,

---

[1] Trécul, Origine des racines (*Ann. sc. nat.* 3e série, tom. VI, pag. 310.)
[2] Schacht, *Lehrbuch der Anatomie und Physiologie der Gewächse*, tom. II, pag. 166.

en s'allongeant transversalement, transforment peu à peu le tissu cellulaire, qui se composait uniquement de rangées de cellules prismatiques juxtaposées, en un réseau à mailles aérifères carrées (*fig.* 4 et 5 *d*). Ainsi, la section longitudinale d'une racine ordinaire ramifiée de *Jussiæa grandiflora* présente symétriquement de chaque côté : 1° au centre, le faisceau vasculaire (*fig.* 4), *a a* composé de vaisseaux rayés; 2° en dehors, le tissu cellulaire formé de rangées de cellules allongées *b b*, juxtaposées les unes aux autres ; 3° plus en dehors, les mêmes cellules *c*, déjà séparées par des lacunes aérifères; 4° ces mêmes cellules écartées munies de prolongements latéraux, et le tissu transformé en tissu lacunaire aérifère (*fig.* 4 et 5 *d*); enfin un épiderme composé de cellules fort semblables à celles du centre, formant des rangées juxtaposées sans lacunes aériennes (*fig.* 4 et 5 *g*).

On reconnait donc que la structure d'une racine spongieuse blanche aérifère est la même que celle d'une racine ordinaire, quoique leur apparence et leurs fonctions soient bien différentes. Dans la racine aérifère, les méats intercellulaires en se remplissant d'air se sont agrandis, des trabécules transversales se sont formées, et il en est résulté un tissu aréolaire à mailles carrées (*pl.* XII, *fig.* 4 et 5 *d*) renfermant de l'air. Cette transformation de la racine en un corps spongieux aérifère, propre à soutenir la plante à la surface de l'eau, a amené des changements organiques et biologiques, dont les principaux sont : 1° la tuméfaction de l'organe ; 2° son moindre allongement ; 3° la destruction de l'enveloppe épidermique ; et 4° l'avortement presque constant des ramifications latérales. Ces ramifications naissent des faisceaux vasculaires centraux, comme M. Trécul [1] l'a montré pour le *Nufar luteum* et un certain nombre de plantes terrestres.

En résumé, la transformation des racines ordinaires des *Jussiæa* en racines aérifères obéit aux lois générales de ce genre de métamorphoses. Dans les deux organes, les éléments sont les mêmes ; seulement l'un de ces éléments s'hypertrophie aux dépens des autres, et les lacunes aériennes qui existent dans la tige et dans les racines des végétaux aquatiques envahissent toute la racine, excepté le faisceau vasculaire central, qui devient l'axe d'un système lacunaire aérifère flotteur, au lieu d'être celui d'un organe d'absorption, comme dans les racines non modifiées.

---

[1] *Loc. cit.*, pag. 309.

Les tiges du *Jussiæa grandiflora* ne sont pas dépourvues de lacunes aérifères, mais elles se trouvent dans la partie corticale; en effet, la coupe transversale d'une tige (*pl*, XII, *fig*. 6) nous montre au centre : 1° un faisceau vasculaire *a;* 2° un tissu aréolaire à cellules pentagonales *b;* 3° une zone vasculaire *c* représentant la couche ligneuse des végétaux arborescents; 4° une couche corticale d'un tissu cellulaire serré dans lequel sont creusées de grandes lacunes aérifères ovalaires, bien différentes pour la forme des lacunes à section quadrilatère des racines aérifères; 5° enfin un tissu cellulaire *g* épidermique, à mailles serrées et dépourvu de lacunes. Cette étude microscopique a été faite avec mon collègue et ami M. Rouget, professeur de physiologie à la Faculté de médecine de Montpellier. Sa grande habitude de ce genre d'observations est un garant de leur exactitude.

Composition de l'air contenu dans les lacunes des racines spongieuses des Jussiæa aquatiques.

Ce tavrail n'eût pas été complet, si je n'avais cherché à connaître la composition de l'air contenu dans les lacunes aérifères des racines de mes deux espèces de *Jussiæa*. Pour cela, je m'adressai à M. Moitessier, agrégé de chimie à la Faculté de médecine de Montpellier, qui voulut bien se charger de ces analyses.

Composition de l'air dans les racines du Jussiæa grandiflora.

Il était d'abord intéressant de savoir quelle était la composition de cet air lorsque la plante est, pour ainsi dire, dans des conditions normales. Pour cela, M. Moitessier a recueilli, le 23 juillet 1864, en l'exprimant sous l'eau dans une éprouvette, environ 20 centimètres d'air des racines ordinaires semi-spongieuses ramifiées du *Jussiæa grandiflora*, qui vit et se propage dans les eaux courantes du Lez. Cet air, analysé par le phosphore, se trouva composé de [1] :

Azote	91,1
Oxygène	8,9
	100,0

[1] Tous les volumes gazeux de ces analyses étaient de 15 à 30 centimètres cubes et ont été ramenés à la température de zéro et à la pression de 760 millimètres.

Deux analyses de l'air des racines spongieuses non ramifiées ont donné :

Azote	87,3	88,5
Oxygène	12,7	11,5
	100,0	100,0

Dans les eaux stagnantes d'une mare près de Gramenet, non loin de la mer, on a trouvé, le mois suivant, dans deux expériences sur des racines aérifères non ramifiées :

Azote	85,5	87,8
Oxygène	14,5	12,2
	100,0	100,0

On voit qu'en pleine eau, en dehors des conditions artificielles de la culture des jardins, la composition de l'air contenu dans les racines spongieuses du ***Jussiæa grandiflora*** est ***en moyenne*** de :

Azote	87,3
Oxygène	12,7
	100,0

La même espèce, végétant dans un baquet dont l'eau était sans cesse renouvelée par un courant continu, a donné, dans deux analyses comparatives, dont la première a été faite à l'aide de l'acide pyrogallique, les résultats suivants pour l'air contenu dans ses racines aérifères :

Azote	88,9	87,4
Oxygène	11,1	12,6
	100,0	100,0

Dans un baquet dont l'eau était également renouvelée, M. Moitessier trouva, le 29 juillet 1864, que l'air contenu dans les racines spongieuses se composait de :

Azote	89,3
Oxygène	10,7
	100,0

La composition de l'air dissous dans l'eau du baquet était de : azote, 67,5; oxygène 32,5, qui est celle qu'on trouve habituellement pour l'air dissous dans l'eau.

Une autre expérience faite en juillet 1865 sur la même plante végétant dans un baquet dont l'eau ne se renouvelait pas constamment, a donné pour résultat:

Azote..	87,0
Oxygène..	13,0
	100,0

L'air dissous dans le baquet avait, suivant deux analyses très-concordantes, la composition suivante, bien différente de celle trouvée pour l'air contenu dans un baquet où l'eau se renouvelait sans cesse. L'air de l'eau stagnante contenait 84,1 d'azote sur 15,9 d'oxygène (*a*).

Ainsi, dans l'eau courante, la proportion d'oxygène de l'air dissous est supérieure à celle de l'air atmosphérique ; c'est le contraire quand l'eau ne se renouvelle pas. Mais, quelle que soit la composition de l'air dissous dans l'eau, celle de l'air contenu dans les racines ne varie pas ; elle a été, *en moyenne*, dans les neuf analyses :

(*b*)	Azote..	87,5
	Oxygène..	12,5
		100,0

Composition de l'air contenu dans les racines aérifères du Jussiæa repens.

Une analyse faite en août 1864, de l'air des racines aérifères d'une plante végétant dans un baquet dont l'eau se renouvelant sans cesse, a donné:

Azote..	85,8
Oxygène..	14,2
	100,0

L'air dissous dans l'eau de ce baquet contenait 69,9 d'azote et 30,1 d'oxygène.

Deux analyses comparatives, la première avec le phosphore, la seconde par l'acide pyrogallique, de l'air des racines spongieuses d'une plante végétant dans un baquet dont l'eau ne se renouvelait pas, ont donné en août 1864 :

(*c*)	Azote	86,4	87,0
	Oxygène	13,6	13,0
		100,0	100,0

Dans une autre expérience faite en juillet 1865, l'air dissous dans l'eau stagnante d'un baquet contenait 82,7 d'azote sur 17,3 d'oxygène, résultat qui concorde avec celui de l'analyse (*a*). L'air des racines spongieuses avait la composition suivante :

(*d*)	Azote	88,1
	Oxygène	11,9
		100,0

Étant parvenu à faire végéter des boutures de *Jussiæa diffusa* pendant l'hiver, dans la serre tempérée, M. Moitessier voulut bien analyser l'air contenu dans les racines spongieuses qui s'étaient développées sur les plantes, malgré leur végétation languissante, et il trouva, en janvier 1866, qu'il contenait :

Azote	84,2
Oxygène	15,8
	100,0

La quantité d'oxygène est plus forte que dans les deux analyses (*c* et *d*) de la plante végétant en plein air et en été, dans des conditions semblables ; et cependant la composition de l'air dissous dans l'eau renouvelée du baquet était la même, car deux analyses très-concordantes ont donné pour sa composition : azote 82,9 ; oxygène 17,1, comme pour l'air dissous dans l'eau de l'analyse de juillet 1865.

En résumé, cinq analyses de l'air des racines spongieuses du *Jussiæa repens*, végétant dans diverses conditions, donnent, quelle que soit la composition de l'air dissous dans l'eau, le résultat moyen suivant :

Azote	86,3
Oxygène	13,7
	100,0

composition très-analogue à la moyenne (*b*) des neuf analyses de l'air contenu dans les racines spongieuses du *Jussiæa grandiflora*.

Nous avons voulu savoir encore si les racines aérifères exhalaient de l'air. Pour cela, nous avons placé des éprouvettes remplies d'eau sur des racines dressées verticalement au fond des terrines. Quelques éprouvettes sont restées vides d'air, d'autres contenaient une bulle plus ou moins grande; l'émission se faisait irrégulièrement, de jour comme de nuit; en un mot, nous avons acquis la certitude que cet air s'échappait uniquement par suite de la rupture de quelques lacunes aérifères; il avait une composition analogue à celle de l'air que nous exprimions des racines spongieuses, car il contenait :

Azote	87,2
Oxygène	12,8
	100,0

Ces résultats sont d'accord avec ceux que Dutrochet[1] a obtenus sur une autre plante aquatique, le *Nufar luteum*. Comme nous, il a trouvé que l'air contenu dans les racines était pauvre en oxygène, puisqu'il n'en contenait que 8 pour 100, tandis qu'il en trouvait 16 dans l'air que la pompe pneumatique dégageait du rhizôme, et 18 pour 100 dans celui des feuilles. Le célèbre physiologiste en concluait que l'air atmosphérique absorbé par les feuilles descendait peu à peu dans les racines en s'appauvrissant de son oxygène, qui se combinait avec le tissu végétal. Nos expériences ne sont pas contraires à cette théorie, car elles démontrent que la composition de l'air contenu dans les racines ordinaires ou aérifères est indépendante de la composition de celui qui est dissous dans l'eau, et qui, par endosmose, aurait pu pénétrer directement dans les racines. Deux expériences de M. Moitessier sont dans le même sens que celles de Dutrochet; à ma prière, il voulut bien analyser l'air contenu dans les pétioles des feuilles du *Pontederia crassipes* Mart. et celui des feuilles de l'*Aldrovandia vesiculosa* L., retrouvé en abondance par M. le docteur Duval-Jouve, dans les caisses d'emprunt du chemin de fer, à la station de Raphèle près d'Arles. L'air des pétioles du *Pontederia* contenait 14,1 pour 100 d'oxygène; celui de l'*Aldrovandia* 15,5 : proportion un peu plus forte que celle qui se trouve dans les racines aérifères des deux espèces de *Jussiæa*, où elle est en moyenne de 13,0.

---

[1] Mémoires pour servir à l'histoire anatomique et physiologique des végétaux, tom. II, pag. 340. 1837.

Résumé.

1° Un certain nombre d'espèces aquatiques du genre *Jussiæa*, telles que *J. repens*, *J. grandiflora*, *J. natans* et *J. helminthorrhiza*, sont pourvues de racines spongieuses aérifères simples, cylindriques ou coniques, blanchâtres ou rosées.

2° Ces organes remplissent les fonctions de vessies natatoires.

3° Ils se rattachent par les transitions les plus ménagées aux racines rameuses ordinaires.

4° Leur structure anatomique est la même ; le faisceau vasculaire central n'est pas changé, seulement le tissu cellulaire est devenu lacunaire, rempli d'air et formé d'aréoles prismatiques ; l'épiderme est détruit, la racine est courte, tuméfiée, et ses ramifications avortent le plus souvent.

5° En moyenne, par quatorze analyses, la composition de cet air est de :

Azote	87,0
Oxygène	13,0
	100,0

6° Cette composition est indépendante de celle de l'air dissous dans l'eau, au fond de laquelle les plantes sont plongées.

SUR LA SYNONYMIE

ET LA DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE

DU

JUSSIÆA REPENS de Linné;

Par M. Ch. MARTINS.

Après avoir cultivé pendant quatre ans, dans les conditions les plus diverses de sécheresse et d'humidité, d'ombre et de lumière, une espèce aquatique du genre *Jussiœa*, le *J. repens* L., provenant de graines originaires de Bône en Algérie, j'ai pu constater combien la forme, la dimension, la pubescence de ses feuilles, la grandeur de ses fleurs, le port enfin tout entier de la plante, étaient sujets à varier. Bien familiarisé avec toutes ces modifications d'un même type spécifique, j'ai abordé les herbiers et visité personnellement ceux du Muséum, de M. Delessert et de M. Cosson, à Paris; de Delile et de Cambessèdes, à Montpellier ; de M. De Candolle, à Genève. M. Dalton Hooker a bien voulu, à ma prière, parcourir l'herbier de Kew, et M. Boissier celui qu'il possède à Genève. J'ai ensuite compulsé tous les ouvrages où cette plante est nommée, dans les bibliothèques du Muséum et de M. Delessert, à Paris ; de Requien, à Avignon ; de M. Alph. De Candolle, à Genève. Après ces études, j'ai cru pouvoir rétablir la synonymie et faire connaître la distribution géographique de cette espèce.

Synonymie du Jussiæa repens L.

Voici d'abord, rangés par ordre chronologique, tous les noms sous lesquels cette plante a été désignée :

1. NIR CARAMBU (Rheede *Hortus malabaricus*, tom. II, pag. 99, tabl. 51. 1679).
2. CARYOPHYLLUS SPURIUS MALABARICUS PENTAPETALUS AQUATICUS, REPENS (Raji *Historia plantarum*, pag. 1510. 1693).
3. LYSIMACHIA INDICA NON PAPPOSA, REPENS, FLORE PENTAPETALO, FRUCTU CARYOPHYLLOIDE (Raji *Historia plantarum*, pag. 1510. 1693. — Commelin, *Flora malabarica*, pag. 41. 1696).
4. CUBOSPERMUM PALUSTRE Louv. (Loureiro, *Flora cochinchinensis*, in-4°, p. 275. 1740).
5. JUSSIÆA REPENS L. (Linnæi *Flora zeylanica*, p. 75. 1747).
6. JUSSIÆA ADSCENDENS L. (Linnæi *Mantissa plantarum*, p. 69. 1767).
7. JUSSIÆA DIFFUSA Forsk. (Forskal, *Flora ægyptiaco-arabica*, p. 210. 1775).
8. JUSSIÆA GRANDIFLORA Michx. var. MAJOR Nob. (Michaux, *Flora boreali-americana*, t. I, p. 267. 1803).
9. JUSSIÆA PEPLOIDES H. B. K. 1823.
10. JUSSIÆA POLYGONOIDES H. B. K. (Humboldt et Bonpland, *Nova genera americana*, t. VI, p. 97. 1823. Kunth, *Synopsis plantarum æquinoctialium*, t. III, p. 391, 1824).
11. JUSSIÆA FLUVIALIS Bl. (Blume, *Bigdragen tot de Flora van Nederlandesch Indie*. 1825).
12. JUSSIÆA RAMULOSA DC. (De Candolle, *Prodromus systematis regni vegetabilis*, t. III, p. 54. 1828).
13. JUSSIÆA SWARTZIANA DC. (De Candolle, *ibid.*).
14. JUSSIÆA STOLONIFERA Guill. et Perr. (Guillemin, Perrottet et Richard, *Floræ senegambiæ tentamen*, p. 292. 1830-1833).
15. JUSSIEUA ALTERNIFOLIA E. Mey. (W. Peters, *Naturwissenschaftliche Reise nach Mossambique*, t. I, p. 69. 1862).
16. JUSSIÆA AUSTRALATICA Ferd. Muell. (Herb. Kewense).
17. JUSSIÆA FLUITANS Hochst. (Herb. Kewense, nec non Boissier).

Peut-être faudrait-il encore ajouter à cette série *Jussiæa petibilsensis*, H.-B. Kunth ; mais comme je n'ai pas trouvé dans les herbiers d'échantillons portant ce non, j'ai préféré m'abstenir, quoique Steudel, dans son *Nomenclator botanicus*, identifie cette espèce avec le D. *polygonoides* des mêmes auteurs.

C'est en 1747 que Linné établit définitivement dans son *Flora Zeylanica* le genre *Jussiæa*, qu'il avait déjà indiqué dix ans auparavant dans son *Corollarium generum plantarum* sous le nom de *Jussieua*. Ce genre *Jussiæa*, de la Flore de Ceylan, ne reposait alors que sur deux espèces : le *J. erecta*, que Linné avait vu vivant issu de graines dans le jardin d'Upsal, et le *J. repens*, qu'il ne connaissait que par des échantillons desséchés, les descriptions de Ray, de Commelin et la figure de Rheede, auxquels il renvoie. Cette plante ayant été retrouvée dans toutes les parties chaudes de l'Asie, de l'Afrique, de l'Amérique et de l'Australie, il n'est pas étonnant qu'elle ait reçu tous les noms que nous avons indiqués ci-dessus, d'autant plus qu'elle varie prodigieusement, d'abord suivant les climats où elle se trouve, et encore plus suivant les circonstances très diverses dans lesquelles elle végète. Plante semi-aquatique, elle élève toujours ses rameaux et ses fleurs hors de l'eau ; mais celle-ci peut monter, et alors la plante reste submergée, ou bien disparaître peu à peu, comme cela arrive si souvent dans les pays chauds. La plante croît alors à sec sur le sol ; les racines seules y puisent encore un reste d'humidité. De tels changements dans les conditions d'existence amènent des variations de forme qui ont conduit les botanistes à voir des espèces différentes dans de simples modifications d'un seul et même type végétal.

Quand on élève le *Jussiæa repens* de graines semées sous l'eau, et que les tiges n'ont pas plus d'un décimètre de long, les feuilles sont lisses, rougeâtres, pétiolées, obovales et variant de longueur entre 1 et 2 centimètres. A mesure que la plante grandit, les feuilles grandissent également ; le pétiole, dont la longueur était égale à la longueur du limbe, devient relativement plus court. La feuille alors est plus ou moins elliptique, ovale, obovale, spathulée, mais elle reste toujours molle, lisse et luisante (*pl.* X, *fig.* 1, *fff*). Ces formes correspondent aux *J. repens* L., *J. adscendens* L., *J. peploides* H. B., *J. polygonoides* H. B., *J. fluvialis* Blume, *J. ramulosa* DC. et *J. Swartziana* DC.

Quand la plante végète en pleine eau dans un canal ou une rivière, alors ses feuilles atteignent, vers l'extrémité des rameaux, 10 centimètres de longueur sur deux centimètres et demi de large (*pl.* X, *fig.* 2) : elles sont alors elliptiques ou ovales-lancéolées, et sauf la grandeur des fleurs, la plante reproduit complètement la forme *Jussiæa grandiflora* Michaux.

Mais lorsque la plante ni les rameaux ne sont plus plongés dans l'eau depuis longtemps, les feuilles s'allongent, se rétrécissent, se couvrent de poils, et finissent par devenir roides et étroitement lancéolées (*pl.* IX, *fig.* 2); cette forme correspond aux synonymes *J. diffusa* Forskh. et *J. stolonifera* Guill. et Perr. Cette dernière surtout, qui croît sur les terrains inondés des bords du Sénégal, qui se dessèchent en été, prend la forme d'un sous-arbrisseau couché sur le sol, à feuilles lancéolées, étroites, aiguës, roides, couvertes de poils blanchâtres et rudes : c'est la forme la plus terrestre du *J. repens*.

Je ne suis pas le seul botaniste qui ait ainsi réduit la synonymie du *Jussiæa repens* de Linné. Déjà, dans le *Species plantarum* de Linné, le *J. adscendens* n'est plus cité ni comme espèce, ni comme variété. De Candolle, dans le *Prodromus*, reconnait l'affinité du *J. fluvialis* Blume avec le *J. repens*, opinion confirmée par Miquel [1]. Guillemin et Perrottet, dans leur *Flore de Sénégambie*, soupçonnent que leur *J. stolonifera* n'est que le *J. diffusa* de Forskal, et Delile, dans une note de sa main laissée dans l'herbier du Muséum de Paris, reconnait l'identité des deux espèces. Schiede et Ehrenberg [2] ne séparent pas le *J. Swartziana* DC. du *J. polygonoides* H.-B. Kunth. Torrey et Asa Gray [3] identifient la première de ces deux espèces avec le *J. repens* L., et Hasskarl, dans le *Flora* de 1844, p. 604, réunit ensemble les *J. repens* L., *J. fluvialis* Blume et *J. Swartziana* DC. Enfin, Grisebach [4] ne distingue pas *J. repens* L. des *J. Stwartziana* DC., *J. peploides* Kunth et *J. ramulosa* DC. Pour l'identification du *J. repens* L. avec le *J. diffusa* Forskh., que j'ai vus vivants l'un et l'autre, le premier issu de graines originaires de Bône, et le second à l'état sauvage dans les marais d'Alexandrette en Asie-Mineure [5], j'invoquerai l'autorité du docteur Dalton Hooker, qui m'écrit pour me dire qu'il ne sépare pas ces deux espèces. J'espère donc que les botanistes partageront mon opinion, en réduisant à néant les douze synonymes imposés successivement à la plante linnéenne. L'aire immense qu'elle occupe en Asie, en Afrique, en Amérique et en

---

1 *Flora Indiæ Batavæ*, t. I, p. 623. 1845.
2 *De plantis mexicanis Linnæa*, t. XII, p. 270. 1838.
3 *A Flora of North America*, t. I, p. 520. 1838.
4 *Flora of the british Westindian Islands*, p. 72. 1860.
5 Ch. Martins, Promenade botanique le long des côtes de l'Asie-Mineure, p. 13.

Australie, explique et justifie jusqu'à un certain point cette profusion de noms appliqués à un même type spécifique.

Distribution géographique du Jussiæa repens L.

Pour établir cette distribution géographique, je me servirai uniquement de documents empruntés aux herbiers du Muséum de Paris, Delessert, Cosson, De Candolle, Delile et Cambessèdes, que j'ai visités moi-même, et de ceux de Kew et Boissier, sur lesquels M. Dalton Hooker et M. Boissier lui-même m'ont transmis des renseignements. Ces documents sont suffisants pour déterminer l'extension géographique de l'espèce.

AFRIQUE.

Dans le canal de Magronia, Charchara 20 septembre, près Bône (Algérie). Letourneux 1861. *J. diffusa*, Forsk. — Nabaroth (Basse-Égypte) Husson, herb. Boissier et Cosson.— Source de l'Endaoueh (Égypte) Pacho 1826; herb. Mus. par. *J. stolonifera* Guill. et Perrot.; —Onalo sur le fleuve Sénégal; Perrottet 1825; herb. Mus. par. Delessert et Cambessèdes. —Nil blanc, Sabatier 1842; herb. Mus. par.—Nil blanc, latitude 8°,30′ N. Dr Brownell; herb. Kew. — Afrique tropicale, lat. 5°,1′ S. long. 33° est de Greenwich, Speecke et Grant; herb. Kew. — Natal. *J. fluitans* Hochst. herb. Kew. et *J. alternifolia* E. Meyer. Guenvius, herb. Boissier.

CAP DE BONNE-ESPÉRANCE. Drege herb. Boissier.—Verreaux 1831 herb. Delessert.— *J. fluitans* Hochst. Crauss. herb. Boissier.—Madagascar Bouron; herb. Delile et Dr Lyall n° 254; herb. Kew.—Ile Maurice Néraud et Sieber; herb. Delessert.—Ile de la Réunion, étangs de Saint-Paul, Boivin, 1846; herb. Mus. n° 1402, herb. Boissier.

ASIE.

Marais d'Alexandrette (Asie-Mineure) Ch. Martins, octobre 1857, *J. difusa* Forsk. herb. Delile, Delessert, Cosson et Kew.—Elmalu en Lycie, Bourgeau, juillet 1860. *Kralik plantæ algeriensis selectæ* n° 1419; herb. De Candolle et Cosson. — Bords du Jourdain en Syrie Bové, août 1832; herb. Mus. par. — Marais de Mérom en Judée Boissier, herb. Boissier.—Lac de Tibériade Aucher-Éloy, 1831, n° 2830; herb. Boissier et Mus. par. — Eaux de Banias en Palestine Boissier, mai 1846; herb. Mus. par. — Korna sur l'Euphrate près Bagdad. Noé, mai 1851, nos 115 et 1047; herb. Mus. paris. et Boissier.

INDES ORIENTALES. Lady Dalhousie 1846; herb. Delessert et Wright, herb. Kew., Delessert et Mus. par. — Gange supérieur, D. Hooker et Thomson, à 300 mètres d'altitude, 1859. — Saharampour (province de Delhi) Lemann; herb. Boissier.—Moradabad,

province de Calcutta, Thomson, juin 1843; herb. Kew. — Calcutta, jardin botanique, Wallich, nº 6831. — Bengale, Hooker et Thomson, 1859; herb. Kew. et Mus. par. — Coromandel, Macé; herb. Mus. par. — Madras, Dr Shuter; herb. Kew; — Pondichéry, Commerson; herb. Mus. par. — Var. *pubescens*, Ceylan, Leschenault; herb. Mus. par. et Twaites nº 2793; herb. Kew. et Mus. par. — Mergui (Inde transgangétique), var. *foliis latioribus apice rotundatis obtusis*; herb. Kew.

Chine. — Gaudichaud, déc. 1838; herb. Delessert. — Macao et îles avoisinantes, rév. G.-H. Vachel, mai 1830, nº 260; herb. Kew. et Callery, 1844, nº 117, herb. Mus. par.

OCÉANIE.

Philippines, Cumming, 1841, nº 1217; herb. Delessert et Boissier. — Java, Zollinger, nº 406, herb. Mus. par., Delessert et Boissier. — Batavia, Adolphe Delessert; herb. Delessert. — Timor, herb. Delessert.

Australie. — *J. repens* Caley, herb. Delessert; Gillionay, nº 184, herb. Kew; Leikhart, herb. Mus. par. — Moreton-bay, Verreaux, 1846, nº 602; herb. Mus. par. — *J. australatica* F. Müller, fleuve Murray et marais de Snowy-river, herb. Kew.

AMÉRIQUE.

Amérique du Nord. — *J. Swartziana* DC. Lenghelm, herb. Boissier. — Kentucky, Dr Shout, herb. Kew et Boissier. — Var. *Louisiana* A. Gray herb. Boissier. — *J. repens* nº 109, *J. grandiflora* nº 108, Nouvelle-Orléans, Drummond, 1833, herb. Kew et Delessert. — *J. repens*. Texas, marais du Guadalupe, à Victoria. Trécul, herb. Mus. par. — Frontières du Mexique (mexican Boundary Survey, nº 581), herb. Kew. — *Var.* Mexique, Berlandier, herb. Boissier. — Mexico, Dr Coulter, nº 184, herb. Kew. — Orizaba, M. Botteri, 1856, herb. Mus. par. — Oajaca, M. Franco, herb. Boissier.

Antilles. *Var.* Cuba Pœppig herb. Boissier. Havane Boldo herb. Delile. — *Var.* Jamaïque. P. Gosse, herb. Boissier. — *Var. foliis latioribus*, Mac-Tadion et Marsh nº 585, herb. Kew. — *J. repens* Saint-Domingue, Jacquemont, 1827, herb. Cambessèdes.

Amérique du Sud. — Venezuela, Hudley, 1855, nº 445, herb. Kew. — La Paila (Nouvelle-Grenade), Holten, 1853, nº 887, herb. Kew. — *J. repens*. Guyane anglaise, Schomburgk, 1843, nº 354, herb. Delessert et Kew. — Guayaquil (république de l'Équateur), Jamerson, herb. Boissier. — Pérou, Pavon, herb. Boissier. — *J. repens*. *J. inclinata* L. fils, Lima, Dombey, 1779, herb. Cambessèdes et Mus. par. — Port de Callao, herb. Kew. — Brésil, Gardner, nº 1601, herb. Boissier. — *J. Swartziana* DC. Brésil, Aug. Saint-Hilaire, herb. Cambessèdes. — Santarem (Amazones), Spruce, août 1850, nº 1034, herb. Kew. — *J. repens*, province de Ceara, Gardner, 1838, herb. Delessert. — Bahia, Blanchet, 1832, nº 1035, herb. Delessert et Salzmann, herb. Kew. — *J. grandiflora* Mich., Sainte-Catherine, herb. Kew. — Chili, Lechler, nº 407, herb. Boissier. — *J. repens* Mares des environs de la Serena (Coquimbo), Claude Gay, herb. Mus. par. — *J. repens*, Santiago,

Ph. Germain, 1855, herb. Delessert.—Valdivia (Chili), Claude Gay herb. Mus. par. — Insula Valenzuela (Valdivia) Hohenacker, n° 437, herb. Mus. par. — *J. grandiflora* Uruguay et Buénos-Ayres, Twedie, herb. Kew.—Var. *hirta*, Mendoza (Rio de la Plata), Gillies, herb. Kew.

Linné avait déjà constaté en Laponie [1] le fait étendu depuis par M. Alph. De Candolle [2] à toute la surface de la terre, que les plantes aquatiques occupent une aire beaucoup plus large que les plantes terrestres. Le *Jussiœa repens* est une confirmation éclatante de cette vérité, puisqu'il est certainement répandu sur toutes les parties chaudes de l'ancien et du nouveau continent. En Afrique, il s'étend de l'Algérie au cap de Bonne-Espérance et de la Sénégambie à la côte de Mozambique, couvrant une surface de 71 degrés latitudinaux et de 57 degrés en longitude, et même 73 degrés, en considérant les îles Maurice et de la Réunion comme appartenant au continent africain.

Si nous réunissons l'Asie avec l'Océanie, et nous sommes autorisé à le faire puisque nous suivons la plante d'étape en étape depuis l'Asie-Mineure jusqu'au sud de l'Australie, nous trouvons que son aire en longitude comprend 112 degrés et en latitude 74 degrés. En Amérique, l'extension de cette plante est moins grande ; les points extrêmes sont, en latitude, le Kentucky et Montevidéo, savoir : 72 degrés ; et, en longitude, Mexico et Bahia, ou 61 degrés.

En résumé, le *Jussiœa repens* occupe une large bande faisant le tour du globe et dont les deux bords extrêmes situés, l'un dans l'hémisphère nord, l'autre dans l'hémisphère sud, sont éloignés chacun de 35 degrés de la ligne équinoxiale, ce qui donne 70 degrés latitudinaux pour la largeur totale de cette bande.

Une autre plante asiatique, le *Leersia hexandra* Swartz a peut-être une aire aussi étendue, car elle se trouve dans les régions intertropicales de l'ancien et du nouveau monde. Mon ami, M. E. Cosson [3], s'en est assuré par l'étude d'échantillons authentiques ; comme le *Jussiœa repens*, cette espèce

---

[1] *Flora laponica*, prolegomena. § 31.
[2] Géographie botanique, p. 519.
[3] Flore de l'Algérie, t. I. p. 16.

est affligée de treize synonymes, conséquence inévitable de sa présence dans des pays très-éloignés l'un de l'autre.

La distribution géographique du *Jussiæa grandiflora* est bien plus circonscrite; cette forme n'a été observée que dans le nouveau Monde, de la Géorgie à Buénos-Ayres, savoir du 32° nord au 35° sud, sur une étendue de 67 degrés latitudinaux, et uniquement sur la côte orientale de l'Amérique. L'aire de cette espèce se trouve donc pour ainsi dire intercalée dans le domaine du *J. repens*, qui s'étend sur les deux côtes et dans l'intérieur du continent américain, depuis le Kentucky, lat. 36° nord, jusqu'au Rio de la Plata, qui forme probablement la limite méridionale des deux espèces dans l'Amérique du Sud. Le *J. grandiflora* occupe donc une partie relativement restreinte de l'aire immense du *J. repens*. Cette distribution n'est-elle pas une présomption que ces deux espèces dérivent du même type, et que le *J. grandiflora* ne serait qu'une variété à grandes fleurs et à grandes feuilles du *J. repens*? Ce qui confirme cette idée, c'est que les deux espèces ne présentent aucune différence dans la structure de leurs fleurs ni dans la pubescence de leurs feuilles. J'ai comparé minutieusement les divisions du calice, les pétales, les étamines, sans pouvoir trouver d'autre différence que la grandeur relative des parties. Le dimorphisme des feuilles est aussi accentué que dans le *J. repens:* ainsi les feuilles immergées ou flottantes à la surface de l'eau sont elliptiques ou obovales (*pl.* XI, *fig.* 2), tandis que celles des extrémités qui s'élèvent au-dessus de la surface des eaux sont lancéolées (*pl.* XI, *fig.* 1). Quant aux fruits, on ne saurait en faire la comparaison, car c'est un fait que le *J. grandiflora* ne fructifie pas aux environs de Montpellier, et, suivant Chapman, ses ovaires mûrissent rarement dans son pays, quoique le pollen, la fovilla et les ovules soient parfaitement développés. J'ajoute que les rameaux flottants ne portent pas sur leurs nœuds ces groupes de petites racines aérifères cylindro-coniques qui font surnager ceux du *J. repens*. L'avortement des fruits et des vessies natatoires n'expliquerait-il pas le plus grand développement des feuilles aériennes et des fleurs? Ce soupçon avait déjà surgi dans l'esprit de quelques botanistes. Sir William Hooker [1] signale une varité du *Jussiæa grandiflora*, qu'il considère comme

[1] *Companion to the botanical magazine*, t. 1, p. 25, 1835.

si voisine du *J. repens* qu'elle ne lui semble pas spécifiquement distincte; et Chapman, dans sa *Flore du sud des États-Unis* [1] ne nomme que le *J. grandiflora*, qu'il réunit nécessairement avec l'autre espèce que Torrey et Asa Gray [2] n'ont pas confondue avec elle, et que d'autres voyageurs [3] et d'autres botanistes ont signalé dans les mêmes régions. Si la notion d'espèce avait actuellement un sens défini, j'attacherais de l'importance à cette discussion. Dans l'état présent des idées sur ce point, je me borne à dire que, pour les botanistes à esprit synthétique, le *Jussiæa grandiflora* Mich. ne sera qu'une variété du *J. repens* L., propre aux régions orientales de l'Amérique; tandis que pour les botanistes chez lesquels l'esprit analytique est prédominant, ces deux formes continueront à représenter deux espèces distinctes.

---

[1] *Flora of the southern United States*, p. 140, 1860.
[2] *Flora of north America*, t. I, p. 520.
[3] Drumond, Dr Lenghelm, Dr Shout, Asa Gray, etc.; voy. ci-dessus, p. 376.

EXPLICATION DES PLANCHES

des mémoires sur les **Racines aérifères et la distribution géographique** du *Jussiæa repens*.

PL. IX. FIG. 1. ***Jussiæa repens*** sans fleurs, mais portant des racines simples filiformes, mixtes et aérifères sur la souche et sur les rameaux.

aaa racines flottantes simples, filiformes.
bb racines flottantes ramifiées.
c racine mixte à axe spongieux.
vvv racines aérifères des rameaux ou vessies natatoires.
ddd racines aérifères de la souche.
fff feuilles développées.

FIG. 2. Rameau exondé de ***Jussiæa repens*** avec fleur et fruit à feuilles lancéolées. (***Jussiæa diffusa*** Forsk., *J. stolonifera* Guill. et Perott.)

PL. X. FIG. 1. ***Jussiæa repens*** avec tige partiellement spongieuse et racines simples, filiformes, ramifiées et aérifères simples ou ramifiées.

aaa racines flottantes simples filiformes.
bbb racines flottantes ramifiées.
vvv racines aérifères vésiculeuses des rameaux.
ddd racines aérifères de la souche.
d' d' d' racines aérifères ramifiées.
d'' d'' d'' racines aérifères terminées par une extrémité effilée.
ee portion de tige devenue spongieuse.
fff feuilles.

FIG. 2. Extrémité de ***Jussiæa repens*** plantée dans le Lez et à feuilles aussi grandes et de même forme que celles du *J. grandiflora*. (*Pl.* XI, *fig.* 1.)

PL. XI. FIG. 1. Tige fleurie de ***Jussiæa*** *grandiflora* Mich.

bbb racines flottantes ramifiées.
ccc racines mixtes à axe spongieux.
ddd racines aérifères vermiformes.

FIG. 2. Extrémité de rameau flottant du ***Jussiæa*** *grandiflora* naturalisé dans le Lez.

PL. XII. FIG. 1. Racine aérifère des rameaux ou vessie natatoire de ***Jussiæa repens***, grossie 6 fois.

mm' débris de la piléorhize.
aa axe composé de vaisseaux rayés.
bb cellules allongées juxtaposées contenant des granules verts.
dd tissu cellulaire lacunaire rempli d'air.
ff lacunes et cellules périphériques transparentes.

FIG. 2. Portion de la racine aérifère précédente, grossie 80 fois.

ddd tissu cellulaire lacunaire rempli d'air.
f cellules extérieures déchirées.

FIG. 3. Cellules précédentes grossies 200 fois.

nn nucléus.

FIG. 4. Coupe longitudinale d'une racine ordinaire de ***Jussiæa grandiflora***. Grossissement, 25 fois.

aa axe central composé de vaisseaux rayés.
bb cellules allongées juxtaposées.
cc cellules déjà séparées par des lacunes aérifères.
dd tissu lacunaire aérifère.
g épiderme composé de cellules juxtaposées.
rrrr ramifications latérales.

FIG. 5. Portion périphérique de la racine *fig.* 4, grossie 80 fois.

dd tissu lacunaire à mailles carrées.
gg cellules épidermiques.

FIG. 6. Section transversale d'une tige de ***Jussiæa grandiflora***.

a faisceau vasculaire central.
b tissu aréolaire à cellules pentagonales.
c couche vasculaire.
d tissu cellulaire lacunaire.
g tissu cellulaire épidermique.

RECHERCHES

SUR LA

DISTANCE DE LA VISION DISTINCTE

A TRAVERS LES INSTRUMENTS D'OPTIQUE;

Par M. A. LALLEMAND.

La distance de la vue distincte est une valeur dont on fait souvent usage pour déterminer le grossissement des lunettes, et en particulier du microscope simple ou composé. On admet tacitement que cette distance et les limites entre lesquelles elle est comprise, ne varient pas, soit qu'on vise directement un objet, soit qu'on l'observe au travers d'un système optique quelconque. J'ai essayé de vérifier cette conjecture par des expériences dont je vais indiquer sommairement la marche et le résultat.

Après avoir mesuré la distance de la vue distincte au moyen des optomètres connus, et dans les conditions habituelles de la vision, le problème se réduisait à calculer la position de l'image virtuelle d'un objet microscopique observé au travers d'une lentille convergente d'un foyer déterminé. La mesure de la distance focale d'une loupe peut s'obtenir avec une exactitude suffisante, quand on opère, comme je l'ai fait, sur des lentilles plan-convexes d'une faible épaisseur : il suffit d'évaluer avec précision la distance d'un objet vivement éclairé par une lumière homogène et celle de son image réelle au centre optique de la lentille; en faisant varier dans des limites très-étendues la position de l'objet, on obtient, par la formule connue des foyers, une série de valeurs de la distance focale principale, dont on prend ensuite la moyenne. Pour réaliser ces conditions, j'ai fixé la lentille munie d'un diaphragme sur l'écrou mobile d'une machine à diviser, de telle sorte que son axe principal fût sensiblement parallèle à l'axe de la vis micrométrique. L'objet éclairé consistait en une mince plaque de laiton percée d'un petit nombre de fentes parallèles très-étroites et recouvertes, tantôt par une lame de verre dépoli, tantôt par une lame de collodion translucide qui recevait les rayons de l'une quelconque des couleurs du spectre solaire concentrés par uue lentille cylindrique à court foyer. L'image réelle des fentes venait se former sur une lame de collodion ou de verre finement dépoli portée sur un support à coulisse, et derrière laquelle une loupe permettait d'observer l'image agrandie. Après avoir amené l'écrou dans la position où l'image paraissait la plus nette possible, le mouvement de la vis micro-

métrique mettait successivement les deux faces de la lentille au contact de la mire et de son image. L'épaisseur de la lentille avait été préalablement évaluée au sphéromètre. On déterminait ainsi avec une grande précision les deux longueurs qui servaient à calculer le foyer principal. Lorsque l'une de ces deux distances était trop grande pour être mesurée directement avec la vis micrométrique, j'avais recours à une règle métallique à coulisse munie d'un vernier. Pour donner une idée du degré d'approximation qu'on peut réaliser par ce procédé, je vais inscrire les quatre nombres obtenus *pour le foyer* d'une lentille, en faisant varier la distance de la mire depuis 65mm jusqu'à 1 mètre.

$$61^{mm},50 = 61,43 = 61,48 = 61,41 = \text{moyenne},\ 61^{mm},45.$$

Lorsque la distance focale de la lentille est inférieure à 20mm, cette méthode est défectueuse. Il est alors impossible de négliger l'épaisseur de la lentille, et la formule habituelle des foyers n'est plus applicable. En éclairant la fenêtre objective avec la lumière blanche, l'image est toujours plus ou moins colorée sur les bords ; il existe néanmoins une position intermédiaire de l'écrou pour laquelle la coloration disparaît sensiblement. La valeur qu'on obtient dans ce cas pour le foyer est égale à celle que donnent les rayons jaunes moyens, et c'est cette valeur dont j'ai fait usage toutes les fois que j'ai observé à la lumière diffuse.

Après avoir mesuré la distance focale de plusieurs lentilles pour les trois couleurs principales du spectre, rouge vif, jaune moyen et bleu indigo, j'ai visé à l'aide de chacune d'elles divers objets microscopiques, et en particulier des réseaux tracés sur verre au diamant, ou sur une mince couche de vernis noir. La lentille était placée comme précédemment sur l'écrou mobile de la vis micrométrique, la courbure dirigée du côté du réseau. La lentille étant amenée dans les diverses positions pour lesquelles l'image virtuelle de l'objet était perçue avec netteté, on faisait mouvoir l'écrou de manière à mettre en contact le centre optique de lentille et la glace objective ; on déterminait ainsi plusieurs valeurs qui servaient à calculer la position de l'image, c'est-à-dire la distance de la vision distincte et les limites entre lesquelles cette distance était comprise. Il importe, dans ces expériences, de viser dans la direction de l'axe principal, au travers d'un double diaphragme, et de se placer dans des conditions telles que l'œil soit naturellement à la hauteur de la lentille, de sorte que l'axe de figure de l'organe coïncide aussi bien que possible avec celui de la lentille.

En opérant avec toutes les précautions que je viens d'indiquer, on ne tarde pas à reconnaître que les conditions physiologiques d'un même organe sont très-variables, non-seulement d'un jour à l'autre, mais encore dans le cours d'une série d'expériences, et si l'on se bornait à un petit nombre de déterminations, on n'arriverait qu'à des résultats contradictoires. La distance de la vue distincte, ainsi mesurée, semble quelquefois plus grande, le plus souvent inférieure à celle de la vision directe. Un fait constant, c'est que la limite supérieure de cette distance est bien plus éloignée lorsqu'on vise avec une lentille que dans le cas de la vision directe. Pendant le cours de ces essais, j'ai remarqué que l'œil, fatigué

par une application soutenue, tend presque toujours vers la presbytie, et il faut éloigner peu à peu la lentille de l'objet, pour conserver la netteté de l'image; dans quelques cas beaucoup plus rares, lorsque l'organe se congestionne accidentellement, le phénomène inverse se produit.

En multipliant les déterminations et en prenant une moyenne générale, je suis toujours arrivé à cette conclusion : que la distance de la vue distincte au travers d'une loupe est d'autant plus petite que la lentille a un foyer plus court.

Voici quelques moyennes obtenues avec des lentilles de même provenance, et qui avaient reçu le même degré de poli :

Distance focale.	Distance de la vision distincte.
mm	centim.
162,25	30
61,45	28
50,38	25,4
36,04	24
25,37	22,2

A l'époque où j'ai calculé ces résultats, la distance de ma vue distincte, mesurée avec divers optomètres, oscillait entre 32 et 35 centimètres.

Quand on opère avec des lentilles d'origines diverses, différant par la réfrangibilité, la coloration et le degré de poli, les valeurs calculées ne font plus ressortir aussi nettement l'influence de la longueur focale, et ne conduisent à aucune conclusion, si ce n'est que la distance de la vue distincte est d'autant plus diminuée que la transparence du verre est moins parfaite.

Le résultat le plus net et le plus intéressant auquel conduisent mes expériences, celui que j'avais le plus spécialement en vue, est relatif à l'achromatisme de l'œil. En observant avec une même lentille divers réseaux éclairés successivement par les trois couleurs simples pour chacune desquelles j'avais déterminé avec le plus grand soin le foyer principal, j'ai calculé la distance de l'image virtuelle d'un même objet éclairé tour à tour par les trois couleurs fondamentales du spectre, et observé dans des conditions identiques. D'un jour à l'autre, les nombres ont varié comme l'état physiologique de l'organe et le degré d'éclairement, qui exerce lui aussi une influence appréciable; mais j'ai toujours été frappé de la concordance des résultats dans une même série d'expériences. La distance virtuelle de l'image pour chacune des trois couleurs rouge, jaune et bleu est sensiblement invariable. L'accord est surtout remarquable lorsque, en se servant toujours de la même lentille, on prend la moyenne d'un grand nombre de valeurs. C'est ainsi qu'en opérant avec une lentille de 61mm,25 de foyer, j'ai obtenu pour la moyenne de plus de 50 déterminations :

Rouge 28c,1 — Jaune moyen, 28c,2 — Bleu indigo, 28c,05

Je crois donc pouvoir tirer de ces essais cette conclusion, qui n'a jamais été sérieusement contestée, et que tous les physiciens admettent implicitement, à savoir : que l'organe de la vue est rigoureusement achromatique.

RECHERCHES

SUR

LES OFFUSCATIONS DU SOLEIL

ET LES MÉTÉORES COSMIQUES,

Par M. Édouard ROCHE.

On a donné le nom d'*Offuscations* à des affaiblissements passagers que l'éclat du Soleil paraît avoir éprouvés à certaines époques, sans que cet astre fût éclipsé par la Lune. Les historiens ont noté plusieurs de ces phénomènes, et A. de Humboldt en a réuni un certain nombre dans le troisième volume du *Cosmos*; ce sont sans doute ceux qui lui ont semblé les plus importants et les mieux établis. Il admet, sans hésiter, que parfois «le disque du Soleil s'obscurcit momentanément, et sa lumière s'affaiblit à tel point qu'on voit les étoiles en plein midi.» (*Cosmos*, tom. I, pag. 148). Arago, dans son *Astronomie populaire* (tom. IV, pag. 321), reproduit la même assertion. Une offuscation du Soleil serait donc quelque chose d'analogue à une éclipse totale, mais avec une durée beaucoup plus longue et dans des conditions tout à fait anormales.

Ayant eu l'occasion d'examiner les textes cités par Humboldt, j'ai reconnu la nécessité de rectifier l'interprétation de plusieurs d'entre eux, et j'ai été ainsi amené à des conclusions très-différentes des siennes. En dehors des éclipses dues à l'interposition de la Lune, jamais le Soleil n'a diminué d'éclat au point de produire une sorte de nuit et de laisser apparaître des étoiles. Le petit nombre de cas authentiques où des astres auraient été aperçus en plein jour, perdent, sous un examen approfondi, le caractère merveilleux qu'on leur a d'abord attribué et qui en rendait l'explication si embarrassante. Ces prétendues apparitions d'étoiles se réduisent ordinairement à quelque planète qui se trouvait visible de jour, à l'époque d'une offuscation.

Parmi les faits de ce genre, un des plus remarquables est celui d'avril 1547. Selon une tradition reproduite par Kepler, d'après un texte de Cornelius Gemma, le Soleil se serait tellement assombri, durant trois jours, que des étoiles parurent au ciel. Si invraisemblable qu'il soit, ce récit de Kepler repose sur un fondement réel, et en remontant aux témoignages contemporains, on en trouve l'explication. Il y eut certainement, vers le 24 avril, jour de la bataille de Mühlberg, une offuscation, c'est-à-dire une sorte de brouillard, obscurcissant, non-seulement le Soleil, *mais aussi la Lune*, au dire de Gemma le Frison. Quant à l'apparition d'étoiles, C. Gemma ne dit pas en avoir été témoin. Frytsch (de Laubach) est le premier qui ait fait mention de cette circonstance, et il la rapporte au 12 avril. Or, à ce moment, la planète Vénus était à son maximum d'éclat et dans les conditions favorables pour être observée en plein Soleil. L'apparition insolite de Vénus, rapprochée de l'offuscation qui survint à la même époque, me paraît être la véritable source de cette tradition, que Kepler a acceptée d'autant plus facilement qu'elle venait confirmer une de ses théories (*cœli materiam esse alterabilem*).

Quant aux simples affaiblissements de l'éclat apparent du Soleil, ils sont moins rares qu'on ne le croit; et il est facile d'en multiplier les exemples, depuis l'obscurcissement qui eut lieu à la mort de César, et dont les vers de Virgile et d'Ovide ont consacré le souvenir, jusqu'au célèbre brouillard de 1783. Mais le plus souvent ce phénomène se présente sous de minimes proportions, et alors il passe inaperçu.

Je me suis proposé de rassembler dans ce travail les divers faits d'obscurcissement du Soleil consignés dans les chroniques. On peut les ranger en quatre catégories : 1° la plupart ne sont que des éclipses mal observées ou dont la tradition a défiguré le caractère; 2° dans certains cas, des taches plus ou moins considérables paraissent avoir été remarquées, à la simple vue, sur le disque du Soleil; 3° quelquefois, la diminution de la lumière solaire résulte d'un assombrissement général auquel les autres astres participent, et c'est le cas des offuscations; 4° plus rarement enfin, le Soleil étant seul obscurci, des étoiles auraient apparu, si l'on en croyait certains récits auxquels on a accordé trop de valeur.

Il est surtout nécessaire de mettre à part les éclipses de Soleil que des rapports exagérés ou des erreurs de date ont fait placer mal à propos au nombre des offuscations. Plusieurs des exemples recueillis par Humboldt doivent être rejetés comme apocryphes ou sans importance, d'autres sont des éclipses ordinaires. Lorsque le calcul astronomique indique une éclipse au jour où l'histoire constate un obscurcissement du Soleil, on ne saurait raisonnablement y voir une offuscation, quand même quelque chroniqueur assignerait à cet obscurcissement une intensité extraordinaire ou une durée impossible. Ceci s'applique aux prétendues offuscations des années 360, 409 ou 410, 733, 1091 ou 1093, 1191, 1206 ou 1208, 1241.

Chladni attribuait les obscurcissements de 1091 et 1206 à l'occultation du Soleil par un groupe nombreux d'aérolithes : en réalité, ce furent de simples éclipses par la Lune, n'offrant rien d'anormal, et il n'est pas besoin d'hypothèse pour en rendre compte.

J'en dirai autant des phénomènes cités par M. Ad. Erman (de Berlin), et que ce savant explique par l'interposition, entre le Soleil et la Terre, d'un essaim d'étoiles filantes. Des quatre faits présentés par M. Erman comme des preuves irrécusables de son système, l'un est une apparition de bolides pendant le jour, deux sont certainement des éclipses, un seul est réellement une offuscation. Aucun de ces faits ne confirme le rôle qu'on a voulu faire jouer aux étoiles filantes dans les phénomènes d'offuscation.

Arago n'a pas été plus heureux en attribuant à un passage d'astéroïdes devant le Soleil l'observation de Messier qui, le 17 juin 1777, vit passer sur le disque solaire, pendant cinq minutes, un nombre prodigieux de globules noirs. D'autres astronomes ont été témoins de faits semblables, et, comme Messier, ils n'y ont vu qu'une pluie de grêle dans une région élevée de l'atmosphère.

Quant aux offuscations proprement dites, nous en trouverons de bien avérées, et notamment celles de 536, 934, 1547. En les étudiant avec soin, on y reconnaît des caractères généraux qui semblent les rattacher à cet état particulier de l'atmosphère connu des météorologistes sous le nom de *brouillard sec.* L'air perd sa transparence et prend un aspect vaporeux. Le ciel devient gris et terne; l'horizon surtout apparaît voilé, sombre et presque sinistre. Le Soleil, triste et pâle, sans rayons, ressemble à la pleine Lune à son lever, ou à un globe de feu. Sa couleur est rouge de sang; il envoie peu de chaleur, et sa lumière n'a plus d'éclat.

L'origine de ces brouillards est, il est vrai, encore incertaine : on les attribue communément à des émanations volcaniques, cendres très-fines ou fumées entraînées par les vents. Ces amas de poussières, en suspension dans l'air dont elles troublent la transparence, pourraient aussi être d'origine cosmique, c'est-à-dire nous arriver des espaces planétaires, et pénétrer dans l'atmosphère terrestre comme les étoiles filantes et les aérolithes. Quelle qu'en soit la cause, la connexion entre les offuscations et les brouillards plus ou moins analogues à celui de 1783 n'est pas douteuse.

Tel est le résultat de nos recherches sur ce phénomène dont la nature était restée jusqu'à présent problématique. Nous croyons pouvoir établir que les offuscations ne proviennent pas d'un affaiblissement de la lumière même du Soleil (Humboldt), ni d'une éclipse de cet astre qui serait produite par un nuage cométaire (Kepler) ou par un amas de corps météoriques (Chladni).

Dans plusieurs documents que nous aurons à discuter, se trouvent réunis, sous le nom de prodiges, des phénomènes très-divers, aurores boréales, étoiles tombantes ou bolides, aérolithes, chutes de poussière, pluies colorées, halos et parhélies, etc. Il est impossible de caractériser nettement ces différents ordres de faits, si l'on n'a pas précisé le sens de certaines locutions employées par les auteurs. C'est ce que nous avons essayé de faire dans un Appendice consacré aux anciennes descriptions des météores cosmiques et à leur interprétation.

L'étude comparée de ces phénomènes permettra de les distinguer de celui qui nous occupe ici plus spécialement. Ayant ainsi reconnu, parmi les faits nombreux que nous avons recueillis dans ce Mémoire, les offuscations dont l'authenticité est positive, on verra combien il est inutile, pour les expliquer, de recourir à des hypothèses gratuites, comme une perturbation de l'atmosphère solaire, l'occultation du Soleil par une masse cosmique, ou le passage au-devant de cet astre d'une nuée d'astéroïdes. L'explication par les brouillards secs est plus naturelle, sujette à moins de difficultés, et suffit à rendre compte de toutes les apparences qui accompagnent les offuscations.

PREMIÈRE PARTIE.

CATALOGUE DES PHÉNOMÈNES QUI ONT ÉTÉ MENTIONNÉS COMME OFFUSCATIONS.

Je vais d'abord énumérer, suivant l'ordre chronologique, les faits cités par Humboldt (*Cosmos*, tom. III, pag. 670), ainsi que quelques autres qui présentent jusqu'à un certain point les caractères d'une offuscation. Plusieurs de ces faits nous ont été transmis avec si peu de détails, qu'on ne saurait aujourd'hui s'en faire une idée précise; il suffira de les indiquer sans discussion. J'insisterai davantage sur les plus importants, en les accompagnant des documents qui peuvent les éclairer. Je donnerai, autant que possible, les textes eux-mêmes : une analyse est souvent infidèle, parce qu'elle est influencée par les idées du traducteur, et c'est la principale cause des inexactitudes qui s'introduisent dans ces sortes de catalogues. Tous les éléments de la question se trouvant réunis dans ce Mémoire, chacun pourra, en connaissance de cause, apprécier nos conclusions.

I

An 212 avant J.-C. — «Reate saxum ingens visum volitare : sol rubere solito magis, sanguineoque similis.» (Tite-Live, *Hist.*, lib. XXV, 7). Le premier fait est un bolide ou une chute d'aérolithe. Le second pourrait être une offuscation, car dans la plupart de ces phénomènes le Soleil prend la teinte rouge de sang; on ne saurait toutefois, d'après ce seul caractère, prononcer d'une manière positive sur la nature d'un fait raconté si sommairement.

II

An 200 avant J.-C. — «In Lucanis cœlum arsisse afferebant[1]; Priverni sereno per diem totum rubrum solem fuisse.» (Tite-Live, XXXI, 12). Même remarque que ci-dessus sur l'insuffisance de cette indication, qui pourrait aussi bien s'appliquer à un halo, ce météore étant lui-même généralement accompagné de colorations anormales du Soleil.

---

[1] «Le ciel parut en feu» est l'une des expressions consacrées chez les anciens pour désigner l'aurore boréale.

Exemple : « Mense junio 1552, Schonfeldii, sol mane exoriens visus est tanquam urceus stillans cruorem in terram, per quem duæ trabes transversim transiere. » (C. Lycosthène, *Prodigiorum ac ostentorum chronicon*, Bâle, 1557, pag. 622). C'est un halo, avec une croix sur le disque solaire.

III

An 44 avant J.-C. — Après la mort de J. César (15 mars 44), le Soleil resta pendant toute l'année pâle et moins chaud que d'habitude; le matin, sa lumière était faible et sans chaleur. L'air semblait épais, froid et sombre; les fruits ne purent venir à maturité. (Plutarque, *Vie de César*, ch. 75.)

On connaît sur ce sujet les vers de Virgile et d'Ovide. (*Georg.*, I, 466 ; *Metam.*, l. XV, 779.)

Dion Cassius raconte ainsi les prodiges survenus à la mort de César : « Solis lumen aliquando diminui extinguique, aliquando intra tres circulos effulgere visum fuerat. » (*Hist. rom.*, l. XLV, 17). Le second phénomène est un halo [1].

« Fax cœlo ad occidentem visa ferri. Stella per dies septem insignis arsit. Soles tres fulserunt, circaque solem imum corona spicæ similis in orbem emicuit, et postea in unum circulum sole redacto, multis mensibus languida lux fuit. » (J. Obsequens, *Prodigiorum lib.*, c. 128.)

Ce qui pourrait diminuer l'importance de ces récits [2], c'est qu'on rencontre à peu près les mêmes prodiges à chaque grand événement de l'histoire [3]. Il y a dans Lucain (*Phars.*, l. I, 526) une belle énumération de tous ces phénomènes extraordinaires, astres nouveaux, aurores boréales, étoiles qui tombent, comètes, météores lumineux, etc.

Auguste meurt (an 14 ap. J.-C.), et Dion Cassius nous dit : « Sol totus defecerat; magna pars cœli ardere visa fuerat; ignitæ trabes de cœlo cadentes apparuerant; crinitæ et sanguinolentæ stellæ fulserant. » (Lib. LVI, 29). Ce qui signifie une éclipse, une aurore boréale, des bolides avec traînée de feu, peut-être une comète.

Comme il n'y eut pas, à cette époque, d'éclipse de Soleil, Scaliger pense qu'il s'agit d'une éclipse de Lune [4]. Ce n'est pas l'opinion du chronologiste Petau : « Quocirca cum

---

[1] Les couronnes ἅλως et les parhélies intéressaient beaucoup les anciens par leurs apparences singulières et si variées. (Pline, *Hist. nat.*, l. II, c. 28, 31). Aussi en trouve-t-on dans les historiens plusieurs descriptions.

[2] Voyez encore Xiphilinus, *Excerpt. hist.*, 1592, pag. 32; — Aur. Victor, c. 78 ; — Fl. Josèphe, *Antiquit. jud.*, l. XIV, c. 22; — Petrone, *De mutat. reip. rom.*, 122 ; — Tibulle, l. II, él. V, 75; etc.

[3] Les chroniques du moyen âge en ont fait autant pour la mort de Charlemagne. « Carolo magno invictissimo romanorum imperatori imminente mortis articulo, sol obscuratus est, ac luna pallorem recepit. » (Lycosth., pag. 342.)

[4] *De emendatione temporum*, 1629, pag. 432, 465; — *Animadversiones in chronologica Eusebii*, 1658, pag. 181.

nulla solis defectio neque anno illo quo mortuus est Augustus, neque antecedente visa sit, vel Dio falsus est, vel inusitatus aliquis pallor sideris et obscuritas defectionis speciem intuentibus præbuit : quemadmodum sub Julii Cæsaris necem accidisse supra docuimus[1].» Il y aurait donc eu, selon Petau, une nouvelle offuscation à la mort d'Auguste. Mais cette opinion, n'étant appuyée sur aucune autre preuve que le passage cité de Dion, reproduit dans les mêmes termes par Xiphilinus (*loc. cit.*, pag. 97), nous paraît invraisemblable, bien qu'elle ait été admise par plusieurs commentateurs et par Kepler[2].

Quant à l'affaiblissement de l'éclat du Soleil entre la mort de César et la bataille de Philippes, nous croyons qu'on doit l'admettre, eu égard surtout au témoignage de Pline. «Fiunt prodigiosi et longiores solis defectus : qualis occiso dictatore Cæsare et Antoniano bello, totius pene anni pallore continuo.» (*Hist. nat.*, l. II, c. 30.)

IV

An 33 après J.-C. — Le vendredi 14 de nisan (3 avril), veille de la Pâque[3], de midi à trois heures, d'après les *Évangiles*, une obscurité se répandit sur toute la terre. «A sexta autem hora tenebræ factæ sunt super universam terram usque ad horam nonam.» (*Matth.*, c. 27, v. 45). S. Luc ajoute : «et obscuratus est sol». (c. 23, v. 45.)

La Pâque des Juifs étant célébrée à l'époque de la pleine lune, il n'a pu y avoir ce jour-là éclipse de Soleil.

Eusèbe cite à ce propos une éclipse de Soleil observée dans la quatrième année de la CCII^e olympiade (qui devait finir vers le milieu de l'an 33), au dire de Phlégon de Tralles, auteur païen du IIe siècle, qui a écrit l'histoire des Olympiades depuis leur origine jusque vers l'an de J.-C. 140. «Scribit vero super his et Phlego, qui olympiadarum egregius supputator est, in tertio decimo libro ita dicens : «Quarto autem anno CCII olympiadis, magna »et excellens intra omnes quæ ante eam accederant, defectio solis facta; dies, hora »sexta, in tenebrosam noctem versus, ut stellæ in cœlo visæ sint; terræque motus in Bi»thynia Nicææ urbis multas ædes subverterit.» (*Thesaurus temporum*, 1658, pag. 158).

Mais le calcul des éclipses de Soleil a montré qu'il n'y en avait pas eu à cette époque[4]. La plus voisine est celle du 24 novembre de l'an 29, qui fut visible en Asie-Mineure. (*Art de vérifier les dates*, 1783, tom. I, Chronologie des éclipses.)

---

[1] *De doctrina temporum*, 1627, tom. II, pag. 299.—Petau en dit autant (*ibid.*, pag. 194) de l'éclipse de Soleil qui, d'après Hérodote (*Hist.*, liv. VII), aurait eu lieu l'an 480 avant J.-C., lors du passage de l'Hellespont par Xerxès.

[2] *De stella nova in pede serpentarii*, 1606, pag. 112.

[3] Voy. Scaliger; *De emend. temp.*, pag. 561. — Petau, *De doctr. temp.*, tom. II, liv. XII.— S. Calvisius, *Opus chronologicum*, 1650, pag. 438.

[4] Voy. Ideler, *Handbuch der mathem. Chronol.*, tom. I. pag. 515, 520; tom. II, pag. 417.

V

An 262. — « Il y eut des ténèbres pendant plusieurs jours, avec grand tremblement accompagné d'un tonnerre qu'on entendait, non dans l'air, mais de dessous terre. Beaucoup de personnes moururent de la seule peur, et beaucoup furent engloutis dans la terre avec leurs maisons. Il se fit de grandes ouvertures en divers endroits, au fond desquelles on trouvait de l'eau salée. La mer abisma aussi plusieurs villes. On sentit ce tremblement à Rome et en Afrique; mais il fut particulièrement funeste à l'Asie. » (Tillemont, *Hist. des Emp.*, tom. III, pag. 461.)

« Il y eut des ténèbres cette année pendant trois jours; plusieurs astronomes en ont cherché la cause sans la trouver. » (Richer, *Abr. de l'hist. des Emp.*, tom. I, pag. 348.)

« Valeriani persequutionem dira naturæ portenta omnibus terris præcesserunt. Plures enim dies, veluti tenebris jacuit terra obvoluta; auditumque tonitruum, terra mugiente non cœlo tonante; secutusque, ut solet, motus terræ ingens. » (Lycosth., pag. 270.)

« Terræ motus multi maximique, et tenebræ multis diebus. » (*Ibid.*, pag. 271.)

Le premier phénomène est indiqué à la date 258, le second à la date 264; mais il est vraisemblable qu'ils n'en font qu'un et ne diffèrent pas de celui que raconte Tillemont. On trouve fréquemment dans Lycosthène de semblables répétitions et des erreurs de date.

Une grande obscurité aurait donc précédé les secousses. Nous allons en voir un autre exemple dans le tremblement de terre de Nicomédie. Il resterait à savoir si cette obscurité était due simplement à la présence d'épais nuages, ou bien à un brouillard, et s'il faut l'assimiler à une offuscation. C'est ce qu'il n'est guère possible de décider.

VI

An 358. — Le 24 août, obscurcissement avant-coureur du terrible tremblement de terre de Nicomédie. « L'obscurité, dit Humboldt, dura deux ou trois heures. » Voici le passage où Ammien Marcellin raconte ce fait :

« Iisdem diebus, terræ motus horrendi per Macedoniam, Asiamque et Pontum adsiduis pulsibus oppida multa concusserunt et montes. Inter monumenta tamen multiformium ærumnarum, eminuere Nicomediæ clades, Bithyniæ urbium matris, cujus ruinarum eventum vere breviterque absolvam. Primo lucis exortu, die nono kal. septembrium, concreti nubium globi nigrantium lætam paulo ante cœli speciem confuderunt; et amandato solis splendore, nec contigua vel apposita cernebantur : ita oculorum obtutu præstricto, humo involutus crassæ caliginis squalor insedit. Dein, velut numine summo fatales contorquente manubias, ventosque ab ipsis excitante cardinibus, magnitudo furentium incubuit procellarum, et elisi littoris fragor; hæcque secuti typhones atque presteres, cum horrifico tremore terrarum, civitatem et suburbana funditus everterunt. » (*Ammiani Marcellini rerum gestarum lib.* XVII, c. 7.)

Rien dans ce texte n'indique, comme l'a cru Humboldt, un obscurcissement proprement dit du Soleil : des nuages très-épais peuvent avoir intercepté la lumière du jour, ainsi qu'il arrive quelquefois aux approches d'une violente tempête.

VII

An 360. — Suivant Humboldt, «les ténèbres s'étendirent depuis le matin jusqu'à midi, dans toutes les provinces orientales de l'empire romain; les étoiles étaient visibles : ainsi ce phénomène n'était point dû à une pluie de cendres, et sa durée ne permet pas de l'attribuer à une éclipse totale.» Comparons cette interprétation au texte de l'historien auquel le fait est emprunté.

«Eodem tempore, per Eoos tractus, cœlum subtextum caligine cernebatur obscura, et a primo auroræ exortu adusque meridiem[1] intermicabant jugiter stellæ. Hisque terroribus accedebat quod, cum lux cœlestis operiretur, e mundi conspectu penitus luce abrepta, defecisse diutius solem pavidæ mentes hominum æstimabant; primo attenuatum in lunæ corniculantis effigiem, deinde in speciem auctum semenstrem, posteaque in integrum restitutum. Quod alias non evenit ita perspicue nisi cum post inæquales cursus intermenstruum lunæ ad idem revocatur.» (Ammien Marcellin, XX, 3). Suit une digression sur la cause des éclipses.

Cette description s'applique parfaitement à une éclipse de Soleil. Humboldt le reconnaît; ce qui l'arrête, c'est la durée que l'auteur semble attribuer à l'obscurité complète. Mais Ammien Marcellin a-t-il vu lui-même l'éclipse totale? Il est regrettable qu'il ne précise pas l'endroit où il se trouvait alors et auquel se rapporte sa narration, au lieu de dire vaguement «per Eoos tractus»; car s'il n'a pas été témoin oculaire, on comprend qu'il ait étendu par erreur à toute la durée de l'éclipse la visibilité des étoiles, laquelle, dans une éclipse totale, dure à peine quelques minutes.

Il n'est pas rare de rencontrer des erreurs de ce genre dans le récit d'éclipses parfaitement avérées, et l'on ne saurait s'en étonner. Ce spectacle d'une éclipse totale est si imposant[2], le sentiment de terreur ou tout au moins d'anxiété qu'il inspire est tel qu'on

---

[1] Kepler (*Paralipomena ad Vitellionem*, 1604, pag. 294) comprend ainsi les mots *usque ad meridiem :* «Locum intelligo cœli, non tempus». Les étoiles auraient brillé jusqu'au méridien et non jusqu'à midi; cette interprétation, si elle était admise, lèverait la difficulté.

[2] Voici une belle description d'une éclipse qui cependant ne fut pas tout à fait totale, c'est l'éclipse annulaire du 29 juin 1033. «Die tertia kal. juliarum, facta est eclipsis seu deliquium solis, ab hora ejusdem diei sexta usque in octavam, nimium terribilis. Nam sol ipse factus est saphirini coloris, gerens in superiore parte speciem lunæ a sua reilluminatione quartæ. Intuitus hominum in alterutrum velut mortuorum pallor conspiciebatur : res vero quæcumque sub aere crocei coloris esse cernebantur. Tunc corda humani generis stupor et pavor terruit immensus : quoniam illud intuentes intelligebant portendere quiddam

doit naturellement s'en exagérer la durée. Comme le dit Cardan, à propos de cette même éclipse : « Videtur hoc tempus longe majus quam sit, ob admirationem et timorem » (*Hier. Cardani Opera*, 1663, tom. III, pag. 275). L'imagination grossit les faits extraordinaires ; le récit arrive déjà amplifié à l'historien, et bien souvent celui-ci, par ignorance ou inattention, en défigure encore les détails[1].

Le lundi 28 août de cette année 360, une éclipse de Soleil fut visible en Orient, dans la matinée. Si elle a été totale, le récit d'Ammien se trouve justifié pour sa partie essentielle. Kepler et la plupart des commentateurs l'ont considérée comme telle. Dans la Chronologie des éclipses (*Art de vérifier les dates*, tom. I), elle est donnée comme annulaire, et sa ligne centrale traverse la Méditerranée suivant sa longueur, puis la Syrie, la Mésopotamie, etc. Elle a donc été, sinon totale, au moins très-considérable dans la région orientale de l'empire.

Le P. Petau (*De doctr. temp.*, tom. II, pag. 373) pense qu'elle ne fut pas tout à fait totale, et il explique le récit d'Ammien en disant qu'il a dû y avoir après l'éclipse un nouveau phénomène, « horrenda caligo », ce qui rappelle les idées de Humboldt sur ce sujet. Mais comment admettre cette étrange coïncidence d'une offuscation survenant tout juste au moment où l'éclipse finit, pour en prolonger la durée et en augmenter l'intensité? C'est là

---

fore superventuræ cladis humano generi triste. » (Glabri Rodulphi hist.; ap. *Rerum gallicarum et francicarum Scriptores*, tom. X, pag. 53. Nous désignerons dorénavant par D. B. cette collection, dont les huit premiers volumes ont été publiés par Dom Bouquet.)

[1] Exemples d'exagération de la durée d'une éclipse. — En 840, « sic fuit sol obscuratus in hoc mundo, ut stellæ in cœlo apparebant, III nonas maias (5 mai), hora IX, in letania Domini, quasi media hora. Facta est tribulatio magna : quumque hoc populus intenderet, multi existimabant quod amplius hoc seculum non staret; sed dum has angustias contemplarentur, refulsit sol et quasi tremidus umbraculam fugere cœpit. » (Ex chron. Andreæ presbyteri; D. B., tom. VI, pag. 681.)

« Sol IV kal. novembris 878, post horam nonam, ita obscuratus est per dimidiam horam, ut stellæ in cœlo apparuerunt, et omnes sibi noctem imminere putarent. » (Ex Annalibus Fuldensibus; D. B., tom. VIII, pag. 38). C'est l'éclipse totale du 29 octobre 878.

« Eclipsis solis facta est XV kal. januarii (956), et stellæ a prima hora usque ad horam tertiam apparuerunt. » (D. B., tom. VIII, pag. 299.)

« Mense februarii 1066, factæ sunt tenebræ hora nona, et permanserunt horas tres. » (Chron. monasterii Beneventini; ap. Muratori, *Antiquit. medii œvi*, tom. I, pag 258). C'est l'éclipse du 16 février 1067, elle ne fut pas totale.

« Anno 1239, die veneris, intrante junio, post horam nonæ, obtenebratus est sol, et factus est niger totus; et stetit sic quasi per spatium horæ, et sidus erat ante eum; et fere omnes stellæ videbantur in aere manifeste. Et hoc apparuit omnibus aperte; et quoddam foramen erat ignitum in circulo solis ex parte inferiori, et luna erat ipsa die XXIX. Et nox facta est per totum orbem. » (Annales Cœsenates; ap. Muratori, *Rerum italicarum scriptores*, tom. XIV, pag. 1097.)

une pure supposition dénuée de vraisemblance, et nous ne croyons pas qu'on doive s'y arrêter.

Enfin, si l'éclipse n'avait pas même été totale, il faudrait voir dans ce passage de l'historien une exagération plus grande encore, mais dont il serait pourtant facile de trouver des exemples[1].

Quoi qu'il en soit, il est positif qu'il y eut le 28 août 360 au matin une grande éclipse qui a donné lieu à la description plus ou moins fidèle d'Ammien Marcellin. Il est vraisemblable qu'elle a été totale : étant alors probablement à Antioche (suivant quelques-uns il était en Mésopotamie[2]), Ammien n'a pu se tromper à cet égard. Mais s'il ne s'est pas trouvé en personne sur le trajet même de l'étroite zone de totalité, il a pu, quant à la durée du phénomène, être induit en erreur par des renseignements peu précis. En tout cas, on ne saurait de ces mots « adusque meridiem », susceptibles d'interprétations différentes, tirer un argument sérieux en faveur de l'hypothèse d'une offuscation.

VIII

An 410. — « Lorsque Alaric parut devant Rome, l'obscurcissement permit d'apercevoir les étoiles en plein jour. » (*Cosmos*, tom. III, pag. 671). Humboldt cite ici Schnurrer, médecin allemand, auteur d'une *Histoire des maladies du genre humain*, qui lui-même renvoie à une Chronique de Souabe; mais il importe de remonter à l'origine de cette tradition.

Alaric avait déjà une première fois investi Rome; en 409, il reprit le siége de la ville. Enfin, en 410, il l'assiégea pour la troisième fois : c'est dans la nuit du 23 au 24 août que les Goths entrèrent dans Rome par surprise, et la saccagèrent[3].

---

[1] Nous lisons dans Théophane, à la dixième année du règne de Constance : « Eodem etiam anno, solis defectus contigit, quo in cœlo hora diei tertia, mense dœsio, stellæ apparuerunt. » (*Theophanis chronographia*, 1655, pag. 31). C'est l'éclipse du 6 juin 346; elle put être totale en Europe, mais elle ne le fut pas en Orient.

« Anno Justiniani nono, defectio est solis effecta, hora diei tertia, ita ut quædam claræ stellæ apparerent. » (*Anastasii hist. eccl.*, 1649, pag. 117). C'est l'éclipse du 28 février 686, laquelle ne fut pas totale.

Ne semble-t-il pas, d'après cela, que cette phrase « adeo ut stellæ apparuerunt » serait une sorte de formule qu'on applique un peu au hasard, quand il s'agit d'une éclipse dont on n'a pas été témoin, et qui passe pour avoir été très-considérable?

[2] Voy. Eusèbe, *Thes. temp.*, pag. 48; — S. Calvisius, *Op. chron.*, 1650, pag. 523; — Petau, *loc. cit.*; — Tillemont, *Hist. des Emp.*, tom. IV, pag. 445, 456.

[3] La date de 410 n'est pas absolument certaine (*Art de vér. les dates*, tom. I, pag. 400); selon quelques auteurs, ce serait en 409. C'est à cette dernière date que Humboldt rapporte le phénomène d'obscurcissement.

Le 18 juin 410, après midi, eut lieu une éclipse de Soleil visible en Europe et en Afrique. Est-ce là l'explication de l'obscurcissement dont parle la chronique? S'agit-il, au contraire, de la première entrée d'Alaric en Italie? Il y eut le 11 novembre 402 une éclipse de Soleil : c'est bien l'époque où Rome tremblait de l'arrivée des Goths[1].

Il est beaucoup plus probable, à mon avis, que cette tradition n'a pas d'autre fondement qu'un récit de Nicéphore Calliste, souvent reproduit, et où cet historien a faussement rapporté à l'an 410 une éclipse qui eut lieu réellement en 418.

Après avoir raconté la prise de Rome par Alaric, Nicéphore énumère les prodiges qui accompagnèrent cette calamité : comète, peste, famine, tremblement de terre, inondations, etc.; et il ajoute : «Tunc vero tantum solis deliquium fuit, ut stellæ etiam medio die refulserint... Cum autem sol defecit, fulgor quidam simul in cœlo apparuit, coni sive metæ speciem gerens; quem ineruditi quidam cometem crinitamque stellam esse duxerunt. Nihil enim, in iis quæ visa sunt, cometæ simile fuit. Nec fulgor is in comam abiit, neque stellæ prorsus speciem retulit; sed veluti lucernæ cujusdam magnæ flamma per seipsam subsistere visa est, nec radii ejus aliqui stellæ cujusdam formam subiere. Ipso quoque motu variavit : nam ea parte qua sol circa æquinoctium oritur, fulgor is moveri cœpit; et inde juxta eam quæ in ursæ cauda sita est stellam ultimam sensim evadens, ad occidentem cursum tenuit. Postquam autem cœlum est dimensus, motu suo quatuor mensibus longius perfecto, disparuit.» (*Nicephori Callisti Ecclesiast. hist.*, lib. XIII, cap. 36.)

On reconnaît là, quoi qu'en dise l'auteur, la description d'une comète : elle aurait apparu pour la première fois pendant une éclipse totale de Soleil. C'est la comète de 418, et l'éclipse totale du 19 juillet 418, dont la ligne centrale traversa la France, l'Italie, la Grèce et l'Asie occidentale.

Voici en effet ce que raconte un écrivain du temps, Philostorge (*Eccles. hist.*, lib. XII, c. 8; ap. Reading, *Eusebii et aliorum hist. eccl.*, 1729, tom. III, pag. 548). «Cum Theodosius adolescentiæ annos jam ingressus esset, die 19 mensis julii, circa octavam diei horam, sol tantopere defecit, ut stellæ quoque visæ fuerint; tantaque siccitas hunc solis defectum secuta est, ut multorum hominum ac brutorum animalium insueta mortalitas ubique terrarum grassata sit. Porro eo tempore quo sol defecit, fulgor quidam in cœlo apparuit, coni similitudinem referens[2]; quem nonnulli præ imperitia cometam vocarunt. In iis enim quæ fulgor ille nobis ostendit, nihil erat simile cometæ. Nam neque...»

---

[1] Claudien (*De bello getico*, v. 228) a dépeint la terreur des Romains à l'approche d'Alaric, et les sinistres présages où ils voyaient un avant-coureur de la ruine de l'empire. Leur frayeur imaginait des prodiges, et rappelait ceux des années précédentes, qui auraient passé inaperçus en temps de paix. « Hæc in bello plura et majora videntur timentibus; eadem non tam animadvertunt in pace. » (Cic., *De divinatione*.)

[2] «Εκλείποντι δὲ τῷ ἡλίῳ, φέγγος τι κατὰ τὸν οὐρανὸν συνανεφάνη, κώνου σχῆμα παραδυόμενον.» Il se pourrait que cette clarté singulière observée durant l'éclipse, au lieu d'être la comète

Il s'agit ici de Théodose II, né en 399; en 410, on n'aurait pas pu dire qu'il était déjà adolescent : la date de 418 est seule admissible. D'ailleurs Philostorge précise le mois et le jour, et l'exactitude de ses indications ne laisse pas de doute sur l'année où une comète coïncida avec une éclipse.

Cette date est encore confirmée par le témoignage de Marcellin, qui rapporte l'apparition de la comète au 12e consulat d'Honorius et au 8e de Théodose : « Solis defectio facta est. Stella ab oriente per septem menses surgens ardensque apparuit. » (Thes. temp., *Marcellini Comitis chron.*, pag. 38). Enfin, c'est en 418 que cette comète fut observée en Chine. (Pingré, *Cométogr.*, tom. I, pag. 309.)

Philostorge, né vers 364, a pu être témoin oculaire du phénomène. Nicéphore Calliste, auteur du XIVe siècle, l'a copié à peu près mot pour mot, comme on vient de le voir, sans indiquer la source où il puise son récit : il s'en écarte seulement en changeant la date, et le fait coïncider avec l'époque du sac de Rome par Alaric. Cette erreur, reproduite par les compilateurs, est assurément l'origine de la prétendue offuscation de l'an 410.

IX

An 536.— « Justinianus Cæsar annos triginta octo imperavit... Anno ipsius nono, deliquium lucis passus est sol, quod annum integrum et duos amplius menses duravit, adeo ut parum admodum de luce ipsius appareret : dixeruntque homines soli aliquid accidisse quod nunquam ab eo recederet. Hoc anno apparuerunt locustæ quamplurimæ, fuitque hyems valde frigida nive multa, et periit in ipsa magna hominum multitudo. Anno sequente apparuit in cœlo signum mirum, remissusque est toto anno calor solis, adeo ut in ipso non maturuerint fructus. » (*Abulfaragii Historia compendiosa dynastiarum*, 1663, pag. 94.)

Humboldt pense avec raison que ce phénomène a dû être fort semblable au brouillard sec de 1783 ; ce serait une véritable offuscation. Les météorologistes allemands ont adopté le nom de *Hœhenrauch* pour désigner ces affaiblissements de l'intensité du Soleil analogues à l'effet d'un brouillard.

Voici d'autres textes se rapportant au même fait. « Insignis ostento gravissimo hic annus fuit : quo nempe toto sol sine radiis, ut luna, iners colluxit, nec fulgorem nitidum, ut assolet, sed ferrugineum misit, laboranti plerumque similis. Ex quo id accidit : nec bellum,

---

vue postérieurement, fût une de ces aigrettes ou faisceaux de rayons qui, dans une éclipse totale, s'échappent en divergeant de l'auréole ou de la couronne lumineuse dont le disque obscur paraît alors entouré.

Sénèque mentionne, d'après Posidonius, une autre comète qui aurait apparu durant une éclipse de soleil : « Multos cometas non videmus, quod obscurantur radiis solis : quo deficiente, quamdam cometen apparuisse, quam sol vicinus obtexerat, Posidonius tradit. » (*Nat. quæst.*, l. VII, c. 20.)

nec fames, nullum denique lethiferi mali genus, circumsedere mortales desiit. Fuit autem hic annus imperii Justiniani decimus.» (*Procopii Cæsariensis de bello vandalico*, lib. II, cap. XIV.)

La date donnée par Procope, qui porte le phénomène à l'an 536, doit être préférée, parce que c'est un écrivain contemporain.

«Toto anno sol lunæ instar sine radiis lucem tristem præbuit, plerumque defectum patienti similis.» (*G. Cedreni Compendium historiarum*, 1647, pag. 371.)

«Sol absque radiis instar lunæ fulsit.» (*Michaelis Glycæ Annal.*, 1660, pag. 270.)

Quant au «signum in cœlo mirum» dont parle Aboul-Faradg, est-ce une allusion à la comète de 539 décrite par Procope? Ce pourrait être aussi bien une aurore boréale, une chute d'étoiles filantes, ou un bolide; car ces diverses sortes de phénomènes sont indistinctement qualifiés, dans les chroniques, de *signa in cœlo*. En voici des exemples:

«Theodosii imperatoris temporibus, terribile signum in cœlo, columnæ per omnia simile, apparuit.» (Lycosth., pag. 279). C'est la comète de septembre 389.

«Tempore Theodeberti regis Francorum (vers 600), signum sanguineum in cœlo apparuit, et quasi hastæ sanguineæ, et lux per totam noctem clarissima.» (Ex chron. Saxonico, D. B., tom. X, pag. 496). C'est une aurore boréale; «hastæ sanguineæ» en désignent les rayons.

Voici un «signum in cœlo» qui est un bolide ou un aérolithe. En 587, «signum apparuit in cœlo globus igneus, qui cum maximo tonitrus fragore scintillans in terram decidit.» (Aimoin, *De gestis Francorum*, D. B., tom. III, pag. 104.)

Une averse d'étoiles filantes est désignée de la même manière. En 900, «apparuit in cœlo mirabile signum. Stellæ enim visæ sunt undique tanquam ex alto in horizontis imum profluere, circa poli cardinem, omnes fere inter se concurrere.» (D. B., tom. IX, pag. 86.)

X

An 566. — Justinus II annos tredecim imperavit. Anno imperii ipsius secundo, apparuit in cœlo ignis flammans juxta polum arcticum, qui annum integrum permansit; obtexeruntque tenebræ mundum ab hora diei nona noctem usque, adeo ut nemo quicquam videret, deciditque ex aere quiddam pulveri minuto et cineri simile.» (*Abulfaragii Hist.*, pag. 95.)

Humboldt interprète ainsi ce texte: «Il semble que ce phénomène apparut d'abord comme un orage magnétique, comme une aurore boréale perpétuelle, qui dura toute une année, et à laquelle succédèrent les ténèbres et une pluie de cendres.»

A mon avis, le récit d'Aboul-Faradg comprend deux phénomènes bien distincts. Le premier n'est pas une aurore boréale, mais une comète voisine du pôle et qui serait restée visible un an. (Pingré, *Cométogr.*, tom. I, pag. 322). Cette comète est mentionnée à la même date par l'évêque Marius, qui lui donne seulement soixante et dix jours de durée.

« Hoc anno (566) signum apparuit in cœlo per dies LXX. » (Marii episc. chron., D. B., tom. II, pag. 17.)

Le second phénomène est une obscurité de quelques heures, suivie d'une pluie de cendres. On sait que les chutes d'aérolithes ou de poussières météoriques sont fréquemment accompagnées de nuages sombres et même d'un obscurcissement complet. (*Cosmos*, t. III, pag. 621.)

Comparez, par exemple, la description ci-dessus avec celle que donne Anghiera d'une chute d'aérolithes à Crema, le 4 septembre 1511. « Fama est pavonem immensum in aerea Cremensi plaga fuisse visum. Pavo[1] visus in pyramidem converti, adeoque celeri ab occidente in orientem raptari cursu, ut in horæ momento magnam hemisphærii partem, doctorum inspectantium sententia, pervolasse credatur. Ex nubium illico densitate tenebras ferunt surrexisse, quales viventium nullus unquam se cognovisse fateatur. Per eam noctis faciem, cum formidolosis fulguribus, inaudita tonitrua regionem circumsepserunt. Ex horrendo illo fragore quid irata natura in eam regionem pepererit percunctaberis. Saxa demisit in Cremensi planitie immensæ magnitudinis, ponderis egregii. » (*Cosmos*, tom. III, pag. 748.)

Autre exemple. L'an 344 avant J.-C. : « Lapidibus pluit, et nox interdiu visa est intendi in urbe Roma. » (J. Obsequens, c. 22). Ce serait l'effet d'une éruption volcanique, selon Fréret (Réflexions sur les prodiges rapportés dans les Anciens, *Acad. des Insc.*, tom. IV, 1746, pag. 418); pour lui, comme pour les autres savants de son époque, toutes les substances, pierres ou poussières, tombées de l'atmosphère, ont été lancées par les volcans terrestres ou soulevées par des ouragans. — Remarquons encore, au sujet des pluies de pierres mentionnées dans les auteurs, que plusieurs sont contestables, le mot *lapides* étant quelquefois employé comme synonyme de grêlons.

La pluie de cendres de 566 peut être rapprochée de la suivante. « Le 6 novembre 472, vers midi, d'épaisses ténèbres voilèrent le ciel, et une poussière fine, tombant comme de la neige, couvrit le sol sur une assez grande épaisseur. Ce phénomène fut attribué à une éruption du Vésuve; il s'étendit, selon Marcellin, à l'Europe entière. L'effroi fut si grand à Constantinople, que l'on célébrait tous les ans par une fête la mémoire de cet événement[2]. » (Calvisius, *Op. chron.*, pag. 559.)

---

[1] *Pavo* paraît signifier ici un bolide allongé et pourvu d'une large queue. (Humboldt.)

[2] « Indictione X, Marciano et Festo coss., Vesuvius mons Campaniæ torridus, intestinis ignibus æstuans, exusta evomuit viscera, nocturnisque in die tenebris incumbentibus, omnem Europæ faciem minuto contexit pulvere. Hujus metuendi memoriam cineris Byzantii annue celebrant VIII idus novemb. » (Thes. temp., *Marcellini Comitis chron.*, pag. 44.)

« Cum Leo junior esset cæsar creatus, et equestre spectaculum ederetur, hora diei sexta, profundæ tenebræ urbem texerunt; et sub nivis specie cinere immenso pluit, nubibus quasi igne canderent apparentibus, ita ut nemo non putaret ignè pluere. Cinis ad palmi altitudinem jacuit. » (*G. Cedreni Compend. hist.*, pag. 350.)

Rien ne prouve que le phénomène de 566 doive être attribué à des poussières météoriques plutôt qu'à des cendres volcaniques. En effet, nous citerons plus loin des cas analogues d'obscurité ou de brouillard extraordinaires, qui ont coïncidé soit avec des chutes d'aérolithes, soit avec des éruptions de volcans, ou simplement avec des secousses de tremblement de terre. Comme nous l'avons déjà dit aux §§ V et VI, il est impossible de savoir aujourd'hui si ces obscurcissements anormaux ont eu pour cause la présence de nuages noirs et épais interceptant toute clarté, ou bien si l'atmosphère fut réellement envahie et voilée par un brouillard sec dû à des poussières d'origine cosmique ou terrestre.

XI

An 626. — «Anno Heraclii decimo septimo, dimidium corporis solaris lumine defecit, mansitque ejus deliquium a Tisrin priori ad Haziran[1], adeo ut non appareret nisi parum quid de lumine ipsius.» (*Abulfaragii Hist.*, pag. 99). Ainsi, pendant huit mois, d'octobre 626 à juin 627, la moitié du disque solaire serait restée obscurcie.

Puisqu'on distingue assez souvent à la simple vue des taches sur le Soleil, puisque leur accumulation y a été quelquefois telle qu'elles couvraient un tiers du disque (Hévélius en a été témoin le 20 juillet 1643), ne peut-il pas accidentellement s'y rencontrer un groupe de taches assez vaste et assez sombre pour que l'éclat de l'astre diminue d'une manière sensible? Il n'est pas impossible qu'en 626 des taches aient couvert une portion si grande du disque solaire qu'elles aient attiré l'attention; mais il est douteux que la diminution d'éclat produite par cette cause ait jamais été bien considérable. Cependant M. Chacornac estime (*Rech. d'Astr. phys.*, pag. 97) que la somme de lumière et de chaleur rayonnée du Soleil vers la Terre peut varier suffisamment, par l'effet des taches et des facules, pour avoir une influence marquée sur l'état météorologique de notre globe.

XII

An 733.—«Une année après que les Arabes eurent été rejetés au-delà des Pyrénées, à la suite de la bataille de Tours, le Soleil fut obscurci, le 19 août, de manière à causer de l'effroi.» (Humboldt, d'après Schnurrer, *Die Krankheiten der Menschengeschlets, historische Bearbeit.*)

C'est l'éclipse annulaire du 14 août 733, dont la ligne centrale traversa l'Allemagne. On ne doit pas être arrêté par la fausse indication du jour; les inexactitudes de ce genre sont nombreuses chez les chroniqueurs, et portent même souvent sur l'année du phénomène. Ici c'est une légère méprise : l'éclipse eut lieu le 19 des calendes de septembre.

«Anno 733, eclipsis solis indicatur ab Anglicis scriptoribus. Sic enim ait continuator Bedæ: «Eclipsis solis facta die 15 calend. septembris, circa horam diei tertiam, ut pene

---

[1] Mois du calendrier syrien; l'Histoire d'Aboul-Faradg a été écrite en langue syriaque.

totus orbis solis nigerrimo et horrendo scuto videretur obtectus.» Invenitur hæc eclipsis die 14 augusti, fer. 6, horis post mediam noctem octo et 30 minutis, in Anglia.» (S. *Calvisii Op. chron.*, pag. 626.)

XIII

An 797. — «Sol per XVII dies obscuratus est, nullos emittens radios; et vulgo id ob excæcationem Imperatoris evenisse ferebant: tantæ autem fuerunt tenebræ, ut naves quoque a cursu suo aberraverint.» (*G. Cedreni Comp. hist.*, pag. 473.)

«Constantino excæcato, accidit ut sol per dies XVII non splenderet, sed obscuri et tenebrosi essent dies illi; quod haud scio fortuito ne acciderit, an ob Constantini excæcationem, ut tunc hominibus videbatur, quasi divina providentia cladem illam aversaretur filio a matre illatam.» (*J. Zonaræ Annales*, 1687, tom. II, pag. 119.)

Il s'agit ici de l'empereur Constantin, fils d'Irène, à qui sa mère fit crever les yeux. Le phénomène est rapporté à l'époque de sa mort, 16 août 797. Humboldt ne parle pas de ce fait d'offuscation, qui a souvent été rapproché des précédents[1].

«Tunc et solis splendor extinctus est, et luna defecit, et compluribus diebus ingens caligo fuit.» (*Constantini Manassis Comp. chron.*, 1655, pag. 91.)

«Sol obtenebratus est per dies XVII.» (Chronicon Sigeberti, D. B, tom. V, pag 386). Faut-il conclure de ce texte que le phénomène fut aussi observé dans l'Europe occidentale, ou bien Sigebert ne fait-il que rapporter ce qui a été vu en Orient?

XIV

An 807. — On vit sur la surface du Soleil, pendant huit jours, une tache qui fut prise pour Mercure. «DCCCVII stella Mercurii XVI kalendas aprilis visa est in sole, quasi parva macula nigra, paululum superius medio centro ejusdem sideris, quæ a nobis octo dies[2] conspicata est; sed quando primum intravit vel exivit, nubibus impedientibus, minime notare potuimus.» (*Annales regum francorum*; D. B., tom. V, pag. 56, et Muratori, *Rer. Ital. script.*, tom. II, pag. 506.)

Ces Annales sont généralement attribuées à Eginhard. (Voy. A. Duchesne, *Hist. franc. script.*, tom. II, pag. 11; D. B., tom. V, pag. 52 et tom. VI, pag. VIII; Pertz, *Monumenta Germaniæ historica*, tom. I, pag. 194). Ainsi, cette observation de taches solaires à l'œil nu, le 17 mars 807, serait due au célèbre secrétaire de Charlemagne.

Il n'y a pas de raison pour la contester absolument, puisque l'on cite d'autres faits

---

[1] Voy. *Chron. abbatis Urspergensis*, 1540, pag. 188. — Scaliger, *De emend. temp.*, 1629, pag. 433. — Gassendi, *Phys.*, 1658, tom. I, pag. 519. — Corn. Gemma, *Cosmocritice*, pag. 216.

[2] Kepler (*Paralip.*, pag. 306), croyant qu'il s'agissait effectivement d'un passage de Mercure, propose de lire *octoties* (ut ego lego barbare, non octo dies); mais un passage de Mercure ou de Vénus ne saurait être observé sans lunette, et d'ailleurs il n'y en a pas eu à cette époque.

analogues[1]. Il se peut d'ailleurs que les astronomes de ce temps aient étudié le Soleil dans son image due aux rayons qui ont pénétré par un petit trou dans une chambre obscure, et les taches sont ainsi bien plus faciles à distinguer.

On a quelquefois assimilé ces passages prétendus de Mercure sur le Soleil aux observations modernes de points noirs se déplaçant sur le disque solaire, que l'on a considérés comme pouvant être de nouvelles planètes inférieures à Mercure. On trouvera dans l'*Annuaire du Cosmos* de 1861, pag. 340, d'après M. R. Radau, des observations faites à l'œil nu, qui ont quelque rapport avec celle d'Eginhard; seulement la durée du passage a été très-courte.

XV

An 840. — Du 28 mai au 26 août, les astronomes arabes remarquèrent une tache sur le Soleil. « Anno hegiræ 225, regnante Almootasemo chalifa, visa est in sole prope medium nigra quædam macula, idque feria tertia, die decima nona mensis regebi. » (*S. Assemani Globus cœlestis*, 1790, pag. XXXVIII). On prit cette tache pour Vénus, et on crut voir la planète pendant 91 jours, avec des interruptions de 12 à 13 jours (Humboldt).

Ce ne sont pas les seuls astronomes qui aient commis cette méprise, et observé des taches solaires sans s'en douter. Averrhoës au XII[e] siècle, Scaliger au XVI[e], ont cru aussi apercevoir Mercure sur le Soleil. Kepler lui-même, le 28 mai 1607, subit cette illusion, et il ne reconnut son erreur que plus tard.

XVI

An 934. — En Portugal, le Soleil resta deux mois sans éclat. « Diferentes casos, nuevos castigos, y mayor ira descubriò el furor de las armas hasta el año novecientos y treinta y quatro, en que se viò sin luz la tierra por espacio de dos meses. Avia el sol perdido sa resplandor : ò negadole Dios a los hombres, que entre el horror destas tinieblas andavan avassallados de una confusion terrible; quando en el cielo se observò una fractura ò quiebra por donde rebentavan llamas de fuego, y las estrellas como que vagaban por la region del aire. Varios eran los juyzios sobre la causa; mas conformes que conocian los efetos, juzgavan que se acabava el mundo. Al otro dia se mostro resplandeciente el sol. » (Faria y Souza, *Hist. du Portugal*, 1730, pag. 147.)

C'est là une véritable offuscation ; elle dura deux mois, pendant lesquels le Soleil resta sans éclat. Une aurore boréale et une averse d'étoiles filantes précédèrent le retour du Soleil à son état normal.

L'obscurcissement observé en Portugal en 934 fut aussi constaté en Italie. Nous lisons

---

[1] En Chine, l'an 321 de notre ère, on vit des taches sur le Soleil. En arrivant au Pérou, les Espagnols reconnurent que les naturels avaient observé les taches solaires. (Arago, *Annuaire* 1842, pag. 460.)

en effet dans une chronique de Brescia : « Eo tempore apparuere sagittæ igneæ in cœlo, pavidas admirationes mentibus hominum inducentes. Sol quoque velut sanguis rubescens in ipsius lumine deficere videbatur. » (Jacobi Malvecii chron. Brixianum, ap. Muratori, *Rer. Ital. script.*, tom. XIV, pag. 866). La date précise n'est pas indiquée, mais elle est postérieure à l'invasion de Rome par les Hongrois, et précède immédiatement un fait rapporté à l'an 934. On remarque dans cette description l'un des caractères habituels des offuscations, la couleur rouge du disque solaire.

« Sol iterum per aliquot dies veluti sanguinem emanans apparuit. » (Lycosth., p. 361.) Ce passage vient après la mort de Henri I, qui est de 936; mais l'auteur commet si souvent des erreurs de date que ce phénomène pourrait bien être celui de Portugal et de Brescia.

Humboldt s'est mépris complètement sur la nature du phénomène lumineux qui suivit l'offuscation en Portugal : ce ne sont pas des éclairs, comme il le dit. (*Cosmos*, tom. III, pag. 672). La « fente ou crevasse par où jaillissaient des flammes de feu » signifie probablement une aurore boréale. Cette interprétation du passage précité se justifie par d'autres descriptions de phénomènes analogues.

Le mot *fractura*, ouverture du ciel, est ici synonyme de *scissura*, *hiatus*, *vorago*, *χάσμα*, qui s'appliquent, chez les auteurs anciens, à l'aurore boréale, et particulièrement à cette partie sombre ou segment obscur de l'aurore, qui offre l'aspect d'un nuage épais bordé par un arc lumineux. C'est comme une interruption de la voûte du ciel, une sorte de gouffre d'où s'échappent des lueurs rougeâtres. La *fractura* de l'historien portugais, si cette interprétation est exacte, serait l'hiatus ou chasma; les flammes de feu (llamas de fuego) sont les rayons ou jets de lumière que l'arc de l'aurore boréale darde vers le zénith, et qui, à certains moments, paraissent vibrer avec une extrême rapidité.

Quant aux étoiles filantes ou bolides observés en Portugal et à Brescia, il en parut aussi beaucoup en France, cette année-là. « Igneæ Remis in cœlo acies visæ sunt discurrere, et quasi serpens igneus et quædam jacula per cœlum celeri deferri motu, pridie idus octobris (14 octobre 934), mane ante lucis exortum. » (Chron. Frodoardi, D. B., tom. VIII, pag. 189). C'est là sans doute une apparition de l'anneau météorique qui maintenant rencontre la Terre vers le 13 novembre, tous les trente-trois ans environ.

XVII

An 1009. — « Anno dominicæ incarnationis MIX, sol nebula horribili obscuratus, et colore stupendo mutatus, mirantibus intuentium oculis velut sanguineus ac minor se visus, terrorem incussit III kal. maii. Duobus diebus tales minas ostendens, tertia die proprio vix lumine vestitur. » (Ex chron. Saxonico, D. B., tom. X, pag. 229.)

Il n'y a pas eu d'éclipse de Soleil le 29 avril 1009. La seule éclipse de cette époque eut lieu le 29 mars : elle fut insignifiante, et ne rend pas compte de ce phénomène qui, s'il est bien authentique et a duré plusieurs jours, peut être une offuscation.

XVIII

An 1093. — Suivant Humboldt, « le 21 septembre 1091, le Soleil subit un obscurcissement de trois heures, après lequel il conserva une couleur particulière. » Voici le texte à l'appui : « Fuit eclipsis solis xi kal. octob. fere tres horas ; sol circa meridiem dire nigrescebat. » (Martin Crusius, *Annal. Suevici*, 1795, tom. I, pag. 279 ; Schnurrer, *Chronik der Seuchen*, 1re part., pag. 219.)

Il y a dans la date de ce fait une erreur certaine : c'est l'éclipse de Soleil du 23 septembre 1093, qui fut très-considérable dans l'Europe centrale.

« Eclipsis solis facta est ix kal. octobris 1093, hora tertia. » (Ex. Chron. Saxonico, D. B., tom. XIII, pag. 714.)

« Signum in sole factum est viii kal. oct. 1093, ante meridiem, ut circulus quidam in illo appareret, et ipse, sereno cœlo, obscurissime luceret. Sed hoc magis quidam eclipsim quam signum fuisse putaverunt, præcipue cum luna esset vicesima octava ea die. » (Gesta Urbani II ; D. B., tom. XIV, pag. 679). Il y a ici erreur d'un jour, l'éclipse eut lieu le ix kal.

Je ne sais ce qui fait dire à Humboldt que le Soleil changea de couleur après l'éclipse : le texte cité de Crusius dit seulement qu'il s'obscurcit d'une manière sinistre vers midi. La durée de trois heures est celle de l'éclipse entière et non de cet obscurcissement qui ne fut même pas complet[1].

Quant à la date de 1091, substituée à la date vraie 1093, il se rencontre fréquemment des inexactitudes de ce genre portant sur des éclipses incontestables. Ainsi, l'éclipse totale du 5 mai 840 aurait eu lieu au même jour de l'an 858, suivant une chronique (*Chron. Ademari Chabannensis*, D. B., tom. VI, pag. 223). L'éclipse du 29 octobre 878 est indiquée par certaines histoires aux années 874, 875 et 876. Enfin, la grande éclipse du vendredi 19 juillet 939 est rapportée à des époques variant de 937 à 944.

Il suffit de parcourir un recueil de chroniques pour reconnaître des erreurs de date analogues à celle que nous venons de rectifier : souvent on y trouve un même événement inscrit sous des dates différentes, sans qu'on doive pour cela le révoquer en doute, ou à l'inverse en conclure l'existence d'autant de faits semblables qu'il y a d'époques

---

[1] Cette remarque, déjà faite plus haut, s'applique à une foule de descriptions d'éclipses : « Inter sextam et nonam, sol obscuratus est per spatium trium horarum, in tantum ut qui infra domos alicui operi insudabant, non nisi luminibus accensis interim quæ cœperant exequi possent; qui vero de domo ad domum transmigrare volebant, lanternis et facibus uterentur. » (Ex Gaufredi Malaterræ hist. Sicula, D. B., tom. XIII, pag. 715). Il s'agit de l'éclipse du 16 février 1086 : elle a pu être totale en Sicile; mais, pas plus que dans le cas précédent, on ne doit attribuer une durée de trois heures à l'obscurité complète.

indiquées. Il faudrait douter des faits les mieux établis, si l'on exigeait dans les témoignages une concordance absolue; mais certains détails, sur lesquels les historiens se trouvent d'accord, permettent quelquefois de contrôler et de corriger leurs indications.

En voici un exemple, tiré de l'éclipse totale du 13 septembre 1178[1], dont la ligne centrale traversa, un peu avant midi, le sud de la France. La Chronique de Montpellier, qui porte le nom de *Petit Thalamus*, parle d'une éclipse totale ayant eu lieu en 1157; deux autres manuscrits de cette chronique racontent le même fait en le rapportant, l'un à l'an 1182, l'autre à 1192[2]. Il semble que ces trois dates sont inconciliables, et que le fait lui-même serait contestable. Mais les trois manuscrits s'accordent à dire que l'éclipse eut lieu la veille de la Croix, ou le 13 septembre. C'est donc le millésime seul qui est inexact: l'éclipse du 13 septembre 1178 fut visible à Montpellier, et il est probable qu'elle y a été totale[3].

XIX

An 1095. — « Pridie nonas aprilis (4 avril), luna xxv, nocte visæ sunt stellæ in modum pluviæ de cœlo in terram missæ. Sol quoque octavo ab hinc die (11 avril) totus cæruleus extans, sed et luna sequenti nocte similiter lucens, cuncto orbi prodigio fuerunt. » (Ex chron. abbatis S. Albini Andegavensis, D. B., tom. XI, pag. 31). C'est une observation de *Soleil bleu*, phénomène qui n'est pas sans rapport avec les offuscations; nous nous bornons à le signaler, pour y revenir plus tard.

---

[1] « Idibus septembris, feria IV, hora VI, facta est eclipsis solis, terribilis valde et obscura. » (Guillelmi de Podio Laurentii hist. Albigensium, D. B., tom. XIX, pag. 199).

« Idibus sept. 1178, serena die, circa horam quintam, sol eclipsim patitur, cujus sphæra ab oriente celari cœpit usque ad lunæ secundæ vel tertiæ instar. Stella veneris a parte aquilonis visa est. Post sextam, ab orientis ordine quo nigredo, claritas rediit, quousque sol plene reluxit. Tunc alterutrum facies nostras videbamus, quales habent qui fornacem succendunt æris candentis. » (Ex chron. Gaufredi Vosiensis, D. B, tom. XII, pag. 447.)

[2] « En lan MCLVII, las vespras de Sancta Cros, escursi lo sollelh e las estelas aparegron. » — *Var.* « Lan MCLXXXII, à XIII setembre, fo eclipsi del solelh de jorns. » — *Autre Var.* « En lan de MCLXXXXII, en setembre la vigilia de la Cros, mori lo solelh et aparegron las estellas. » (*Thalamus parvus*; Montpellier, 1840, Chronique Romane, pag. 330 et 588.)

[3] Les autres éclipses totales dont le Petit Thalamus fait mention, sont celles du 1er janvier 1386, à neuf heures du matin, et du 7 juin 1415, à six heures et demie du matin. Voici les textes:

« En lan MCCCLXXXV, lo dilus premier iorn de genoier, que era luna nova, entre la segunda e la tersa hora del jorn, fo eclipsi de solhel tan gran e tan escur que aparian las estelas claras e lusens en lo cel. » (*Ibid.*, pag. 410.)

« En lan MCCCCXV, lo divenres a VII jorns del mes de jun, que era luna novela, ad una hora e mieja de jorn, fonc eclipsi de solhelh e de la luna, e non fonc pas trop long ni trop escur, totas ves hom vezia claramen las estelas en lo cel. » (*Ibid.*, pag. 460.)

Quant à l'averse d'étoiles filantes, elle est bien connue[1]. Cette apparition extraordinaire frappa vivement les esprits, alors surexcités par la prédication de la première croisade. Elle fut interprétée par les populations comme un encouragement du ciel au grand mouvement qui se préparait dans la chrétienté, et comme un présage de son succès.

XX

An 1096.— «Le 3 mars, dit Humboldt, on reconnut à l'œil nu des taches sur le Soleil.» Le texte qu'il invoque est le suivant: «Signum in sole apparuit v non. martii, feria secunda incipientis quadragesimæ.» (J. Staindelii chronicon, ap. *Rerum Boïcarum script.*, 1763, tom. I, pag. 485). Mais rien ne prouve que *signum in sole* signifie une tache sur le Soleil[2].

Nous avons vu plus haut (§ IX) que *signum in cœlo*, dans les anciens auteurs, s'applique tantôt à une comète, tantôt à une aurore boréale, à un bolide, à une pluie d'étoiles filantes. *Signum in sole* pourrait assurément désigner une tache; toutefois cela n'est pas probable, cette locution étant généralement prise dans un sens différent. Elle signifie quelquefois une éclipse; mais le plus souvent c'est un halo accompagné de parhélies ou de croix sur le disque solaire, comme dans le halo cité au § II, phénomènes dont les chroniques contiennent beaucoup de descriptions.

Exemples: En 453, «in Gallæcia terræ motus, et in sole signum in ortu, quasi altero secum concertante monstretur.» (*Idatii episc. Chron.*)

«Kal. februarii (1066), luna vi, hora iii, apparuit signum in sole, habens similitudinem solis unius in dextram et alterius solis in sinistram, et coronam in summo cœli. (Ex chron. mon. S. Albini Andeg., D. B., tom. XI, pag. 287.)

«Tertio kalendas februarii (1207), Philippo rege celebrante curiam solemnem cum principibus, signum magnum apparuit in sole: in tres siquidem partes divisus est, ita ut intervalla essent inter partem et partem, ad instar lilii tres flores habentis. Post multam

---

[1] «MXCV. In multa terrarum parte, pridie nonas aprilis, circa diluculum, stellæ perplures simul de cœlo in terram cecidisse visæ sunt; inter quas unam maximam labi in terra cum quidam in Francia stuperet, et notato loco ubi visa est labi, cum aquam ibi fudisset, fumum cum fervoris sono inde exire magis stupuit. Baldricus ita retulit: «Visus ab innumeris » inspectoribus in Gallis tantus stellarum discursus, ut grando, nisi lucerent, pro densitate » putarentur. Quas quidam opinati sunt cecidisse; quidam motus earum motum Christianitatis » interpretati sunt. Anno enim hoc subsequente, et synodus Arvernis habita est, et via » Hierosolymitana inchoata est.» (Ex chron. Alberici, D. B., tom. XIII, pag. 687.)

«Octavo idus aprilis (6 avril),... visæ sunt stellæ cadere de cœlo in modum facis.» (Chron. S. Maxentii, ap. Labbe, *Biblioth. nova*, 1657, tom. II, pag. 213.)

[2] C'est peut être au même fait que se rapporte l'indication suivante: «Urbanus papa Philippum regem Franciæ excommunicat; signum in sole apparuit.» (Leibnitz, *Scriptores rerum Brunsvicensium*, 1707, tom. II, pag. 77.)

horam, coïerunt partes, et redintegratum est corpus solare.» (Leibnitz, *Script. rer. Brunsv.*, tom. II, pag. 523.)

L'année 1096 fut signalée par plusieurs apparitions remarquables. «Multa signa et prodigia in aere visa sunt : cometes, nubes sanguineæ, faculæ ardentes.» (*Monast. Hirsaugiensis chron. J. Trithemii*, 1601, pag. 93.)

XXI

An 1106. — «Quarto nonas februarii, stella per diem visa est in cœlo, hora tertia usque ad horam nonam, quasi cubito distans a sole [1]. — Pridie idus februarii, apud Barum Italiæ, stellæ visæ sunt in cœlo per diem, nunc quasi inter se concurrentes, nunc quasi in terram cadentes. — Toto pene mense februario, cometes apparuit [2].» (Chron. Sigeberti, ap. *Germanicarum rerum celebriores vetustioresque chronographi*, 1566, pag. 152.)

L'apparition en plein jour d'étoiles filantes ou de bolides à Bari, ville d'Italie sur l'Adriatique, le 12 février 1106, a été considérée par M. Erman [3] comme indiquant une offuscation du Soleil arrivée simultanément. Mais c'est là une hypothèse gratuite : rien ne prouve que le Soleil ait été obscurci ce jour-là. Il n'est pas du tout nécessaire que la lumière solaire soit diminuée par une éclipse, pour que des bolides apparaissent de jour, traversant le ciel sous la forme d'étoiles filantes ou de globes enflammés [4].

«Anno Domini MCVI, cometa magnus, rutilus et niveus, incipiens in februario, L diebus

---

[1] Cette première phrase désigne l'apparition de Vénus en plein jour, le 2 février 1106. La planète était ce jour-là à 45° et demi du Soleil, avec une lumière suffisante pour être visible de jour. La conjonction inférieure avait eu lieu le 9 décembre ; le plus grand éclat calculé, vers le 14 janvier. Mais l'éclat de Vénus se calcule, comme on sait, en tenant compte de la portion éclairée de son disque et de sa distance à la Terre ; or, si l'on considère la diminution de clarté que présente l'atmosphère à mesure qu'on s'éloigne du Soleil, et qui tend à augmenter l'éclat apparent de la planète, on verra que son maximum de visibilité doit correspondre à une élongation un peu plus grande que celle que le calcul indique, et par suite à une époque plus éloignée de la conjonction. Il n'est donc pas surprenant que l'éclat extraordinaire de Vénus n'ait été remarqué que le 2 février ; d'ailleurs l'état du ciel avait pu empêcher de la voir les jours précédents.

[2] La comète dont il est ici question est mentionnée par un grand nombre d'historiens (Pingré, *Cométogr.*, I, 384). On a voulu y voir une apparition de la comète de 1680 ; elle aurait paru antérieurement en 531, et en septembre de l'année de la mort de César, pendant les jeux qu'Auguste donnait à Rome. (Ovide, *Mét.*, XV, 19 ; Pline, *Hist. nat.*, l. II, 23.)

L'exactitude de ces deux événements indiqués par Sigebert est une garantie en faveur de l'authenticité du troisième, c'est-à-dire des météores lumineux observés à Bari, vers la même époque.

[3] *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, tom. X, pag. 23.

[4] Nous citerons comme exemple remarquable, le bolide que Gassendi observa en Provence le 21 juillet 1637, vers midi. (*Gassendi opera*, 1658, tom. II, pag. 108.)

apparuit mundo. Et duo quoque soles apparuerunt, et stellæ de cœlo pluries visæ sunt.» (Sicardi episc. Cremonensis chr., ap. Muratori, tom. VII, pag. 590). Cette dernière phrase paraît se rapporter au phénomène de Bari.

Les autres historiens qui en ont parlé, tels que *Chron. Joh. Naucleri*, 1564 (tom. II, pag. 175), *Hist. eccles. Magdeburgensis* (tom. VI, pag. 1712), Lycosthène (*De prod.*, pag. 394), etc., paraissent avoir emprunté leurs récits à Sigebert, et ne nous apprennent rien de plus.

XXII

An 1154. — «In kalendis octobris, sol obscuratus est per totam diem, ita quod sicut luna videbatur.» (*Chronicum abbatis Urspergensis*, 1540, pag. CCCVI). Ce fait pourrait avoir été une offuscation, ou quelque chose du même genre, car il n'y eut pas d'éclipse le 1er octobre 1154. Calvisius et Lycosthène ont reproduit ce récit.

«Calendis octobris hoc anno sol toto die obscuratus fuit, apparuitque ut luna quando eclipsim patitur.» (*S. Calvisii opus chronol.*, pag. 766.)

«Sol per totum diem cal. octob. obscuratus est.» (Lycosth., pag. 411.)

XXIII

An 1170. — Le 28 ou le 29 juin, vers la troisième heure, le Soleil fut obscurci, et le même jour, à la sixième heure, grand tremblement de terre en Syrie et aux environs de Jérusalem. (A. Perrey, *Mémoires de l'Académie de Dijon*, 1845-1846, pag. 309.)

«1170. In partibus transmarinis, circa proxima loca Jerusalem, terræ motus factus est magnus, ita ut ruerent urbes et villæ circiter XXX. Pars etiam Antiochiæ cecidit. Ipso die, circa horam tertiam, sol obscuratus est.» (Ex brevi chron. Uticensis cœnobii; D. B., tom. XII, pag. 774.)

D'autres historiens ont mentionné ce tremblement de terre, mais sans parler de l'obscurcissement du Soleil. Voy. Chr. Vizeliacense, ap. *Labbe*, tom. I, pag. 397; Chr. Turonense, ap. *Veter. script. coll.* (Martène et Durand), tom. V, pag. 1019; et d'Achery, *Spicilegium*, 1653, tom. II, pag. 778.

Il n'y eut pas d'éclipse en 1170; il est donc probable que cet obscurcissement fut de même nature que ceux des années 262 et 358 (voy. §§ V, VI et X), avec lesquels il faut le ranger. On ne saurait dire s'il eut pour cause la présence de nuages épais, ou un brouillard dû à des émanations terrestres dégagées sous l'influence du tremblement lui-même. Il y a des faits en faveur de chacune de ces suppositions.

Sans tremblement de terre, les nuages peuvent produire une nuit presque complète. Arago (*Ann.* 1846, pag. 594) rapporte que le 16 octobre 1785, à Québec, des nuages d'une telle obscurité couvrirent le ciel qu'on n'y voyait pas à midi pour se conduire.

Mais la coïncidence fréquente de ces obscurcissements avec les tremblements de terre n'indique-t-elle pas une relation intime entre ces phénomènes? Humboldt dit avoir re-

marqué, à plusieurs reprises, qu'un brouillard rougeâtre se montrait peu de temps avant les secousses de tremblement de terre. (*Cosmos*, I, 518.)

En Espagne, le 18 mars 1817, il y eut de fortes secousses au moment où le Soleil venait de se couvrir par un vent impétueux : l'obscurité fut presque complète pendant quinze minutes. (A. Perrey, *Comptes rendus*, tom. XVII, pag. 619.)

Nous emprunterons plus loin aux savantes recherches de M. Perrey sur les tremblements de terre, d'autres exemples remarquables de brouillards anormaux qui ont coïncidé avec des commotions souterraines.

XXIV

An 1191.—Humboldt indique, d'après Schnurrer (*Chronik. der Seuchen*, 1re partie, pag. 258 et 265), un phénomène d'obscurcissement qui se serait produit au mois de juin de cette année. C'est l'éclipse annulaire du 23 juin 1191.

« Totalis solis eclipsis facta (Albericus). » Kepler ajoute : « At luna in apogæo tamen fuit. » (*Paralip.*, pag. 295.)

« In eodem mense junii (1191), die dominica, vigilia S. Johannis Baptistæ navitatis, nono kal. julii, hora diei quasi nona, sol eclipsim passus est, et duravit per tres horas, et obscuratus est sol, et tenebræ factæ sunt super terram, et stellæ apparuerunt in cœlo ; et cum eclipsis recessisset, rediit sol in decorem splendoris sui. » (Ex Benedicti Petroburgensis vita Henrici II Angliæ regis, D. B., tom. XVII, pag. 521). Il y a ici sans doute exagération, puisque l'éclipse fut seulement annulaire.

XXV

An 1207. — El dia ultimo del mes de Febrero 1206, hubo un eclipse de sol que durò seis horas con tanta obscuridad como si fuera media noche. » (J. de Villalba, *Epidemiologia espanola*, 1803, tom. I, pag. 52). Humboldt considère cela comme une offuscation, parce que « l'obscurité complète dura six heures ». Il ne s'agit pourtant ici que d'une éclipse ordinaire, exagérée quant à sa longueur et son intensité par la chronique à laquelle Villalba emprunte son récit.

Peut-on douter que ce phénomène ne soit l'éclipse solaire du 28 février 1207, dont la ligne centrale passa au nord de l'Afrique, et que l'on vit en Espagne, en Italie et en France, vers onze heures du matin? L'auteur, il est vrai, parle du 28 février 1206 ; mais il ne faut pas oublier qu'en Espagne, dans le midi de la France et en d'autres pays, l'année commençait alors le 25 mars, jour de l'incarnation : de sorte que les premiers mois de 1207 conservaient le millésime de 1206 [1]. Voici d'ailleurs des textes qui ôtent toute incertitude à cet égard.

---

[1] « Anno ab incarnatione Domini. » (*Art de vérif. les dates*, tom. I, pag. x et xix). Nous avons déjà trouvé, au § VII, l'éclipse du 16 février 1067 indiquée, par cette raison, comme ayant eu lieu en 1066. De même, pour l'éclipse du 1er janvier 1386.

« Anno dominicæ incarnationis MCCVI, solis eclipsis particularis, hora diei quinta (11^{h}. du m.), pridie kalendas martii fuit. » (Sozomeni Pistoriensis Hist., ap. *Rerum Italic. script.*, 1775, tom. I, pag. 88.)

« Pridie kal. martii 1206, feria quinta, facta est eclipsis solis, ab hora tertia usque in horam quasi nonam, sed non sic terribilis ut prima[1]. » (Ex chronico Tolosano, D. B., tom. XIX, pag. 236.)

« Anno MCCVII, pridie kal. martii, fit eclipsis particularis, in decimo sexto gradu Piscium, hora diei quinta. » (Ex chronico Alberici trium fontium monachi; D. B., tom. XVIII, p. 771.)

Quelques chroniqueurs ont rapporté cette éclipse à l'an 1208, et M. Erman s'est fondé là-dessus pour y voir une nouvelle offuscation.

« Anno domini millesimo ducentesimo octavo, eclipsis solis facta est mense februario, hora diei nona. » (*Chron. abb. Ursperg.*, pag. CCCXXV). Crusius (*Ann. Suevici*) a commis la même erreur de date, analogue à celles que nous avons signalées ci-dessus, à propos des éclipses de 1093, 1178, etc.

Voici ce que dit à ce sujet le chronologiste Calvisius : « 1207. Eclipsis solis annotatur in plurimis historicis die 28 febr. ; sed male vel in precedentem, vel in sequentem annum refertur. » (*S. Calvisii opus chronol.*, pag. 793). La coïncidence du jour et du mois ne laisse aucun doute sur ce point.

Pour ce qui est de la durée de six heures accordée à l'obscurcissement du Soleil par la chronique espagnole, et à laquelle Humboldt attache tant d'importance, c'est une inexactitude, un vice de rédaction, qui se rencontre dans beaucoup d'autres récits d'éclipses, comme on l'a vu déjà ; à peine serait-on en droit de peser aussi minutieusement les termes de ces descriptions si elles présentaient un caractère scientifique, et l'on sait combien, à ce point de vue, les récits de nos historiens laissent à désirer.

Signalons encore une autre source d'erreur assez commune : une faute de copiste reproduite par les compilateurs peut modifier entièrement le caractère d'un phénomène. En voici un exemple qui n'est pas sans analogie avec le fait qui nous occupe.

Une chronique Byzantine raconte que, sous le règne de Léon, fils de Basile, « Contigit solaris eclipsis, diei hora sexta (ὥρᾳ τῆς ἡμέρας ἕκτῃ), ita ut et stellæ in cœlo apparerent. » (*Hist. Byzantinæ script. post Theophanem*, 1685, pag. 219). D'autre part, Léon le grammairien nous dit : « Leonis temporibus facta est solaris eclipsis, ita ut horas sex (ὥρας ξ̄) profunda nox, et astra apparerent. » (*Leonis grammatici chronographia*, 1655, pag. 477). Ces deux textes ont évidemment une origine commune : si l'on s'en rapportait au second, au lieu d'un phénomène ordinaire on aurait une éclipse totale de six heures de durée ; tandis que toute difficulté disparaît par la comparaison des textes. Un seul mot altéré peut ainsi défigurer le récit primitif.

---

[1] L'éclipse totale de 1178, dont on a parlé au § XVIII.

En définitive, et pour ce qui concerne ces prétendues offuscations du 28 février 1206 ou 1208, il suffit d'avoir établi qu'il y eut, le 28 février 1207, une grande éclipse de Soleil. Car il est absolument improbable que, au moment précis d'une éclipse, survienne un obscurcissement anormal, ayant pour effet unique d'en allonger la durée de quelques heures. C'est donc bien à tort que Chladni, et après lui Erman, Humboldt et autres, ont rangé ce phénomène parmi les offuscations.

XXVI

An 1241. — Selon la chronique de Neubourg, cinq mois après la défaite des Polonais par les Tartares à Liegnitz, «Obscuratus est sol, et factæ sunt tenebræ, ita ut stellæ viderentur in cœlo, circa festum S. Michaelis, hora nona.» (Chron. Claustro-Neoburgense, ap. *Script. rerum Austriacarum*, 1721, tom. I, pag. 458). Cette citation de Humboldt ne dit pas où le phénomène a été observé ; mais l'indication précise de l'époque de l'année, vers la Saint-Michel, ne permet pas d'hésiter : il s'agit de l'éclipse du 6 octobre 1241, qui fut totale, vers midi, dans le milieu de la France.

«Eclipsis solis fit dominica post festum sancti Remigii», 6 oct. 1241. (Excerpta e memoriali hist. Joh. a sancto Victore, D. B., tom. XXI, pag. 630.)

«Magna solis eclipsis, Gemma totalem ait.» (Kepler, *Paralip.*, pag. 295.)

XXVII

An 1270. — «Sabbato post dominicam quæ dicitur *cantate* (17 mai), fuit sol cæruleus per totam diem sabbati. Sequenti die mane, in die dominica, fuit rubeus valde, nec aliquam claritatem habebat sicut solebat, imo sine radiositate poterat aspici et videri tanquam luna; et signa quædam diversorum colorum videbantur in medio et circa; et per totam diem erat cæruleus; in vesperis videbatur sanguineus sicut in mane, et in occasu fuit sine aliqua claritate, tanquam luna obscura a plenilunio; et per quatuor dies vel amplius fuit sine solita claritate.» (Majus chron. Lemovicense, D. B., tom. XXI, pag. 775.)

Nous trouvons ici un nouvel exemple de Soleil bleu (Voy. § XIX), un halo, et une sorte d'offuscation qui aurait duré plusieurs jours.

Le phénomène du *Soleil bleu* est beaucoup plus rare[1] que celui du Soleil rouge. Il convient d'en dire un mot à propos des offuscations, puisque ces changements de couleur les accompagnent presque toujours; seulement la coloration en rouge est la plus habituelle. Quelquefois le Soleil paraît jaune, quelquefois blanc, comme cela eut lieu à Padoue, d'après Toaldo, durant le brouillard de 1783.

---

[1] En voici une observation citée par Arago (*Œuvres*, tom. XI, pag. 671). «Dans le comté d'Essex, le 18 août 1821, entre neuf et dix heures du matin, le disque du soleil paraissait d'une couleur azur semblable à celle que réfléchit l'atmosphère dans un jour serein. Cet astre était alors enveloppé de nuages.» (Forster, *Phil. mag.*, septembre 1821.)

C'est par l'action de la vapeur d'eau atmosphérique qu'on a cherché à expliquer ces colorations diverses du Soleil. Selon le professeur Forbes (*Comptes rendus*, tom. VIII, pag. 175), « la vapeur d'eau, avant tout commencement de condensation, est complétement transparente, et ne communique aucune coloration sensible aux rayons qui la traversent. Mais au moment où la condensation est arrivée à un certain terme, la vapeur n'est transparente, comme un verre enfumé, que pour des rayons rouges.... Les vives couleurs rouges du soleil couchant peuvent donc dépendre du passage de la lumière de l'astre à travers des nuages placés dans les conditions critiques de précipitation qui ont donné le rouge dans les expériences de cabinet. On concevrait ainsi comment la couleur rouge de l'horizon, au soleil couchant, a été considérée comme un pronostic météorologique. »

De son côté, M. Babinet dit : « Le Soleil et la Lune prennent quelquefois des couleurs à teinte remarquablement plate, sans anneaux environnants. Le phénomène du Soleil rouge peut être attribué à un défaut de transparence de l'air, provenant de vapeurs ou de toute autre cause... Un phénomène beaucoup plus rare et plus curieux que le Soleil rouge est le Soleil bleu. Le disque de cet astre est alors d'un bleu de bonne teinte, quoique mêlé de blanc. Les recueils scientifiques en rapportent quelques exemples, et j'en ai moi-même observé deux cas. » (*Comptes rendus*, tom. VIII, pag. 306). M. Babinet attribue ces couleurs à l'interférence des rayons qui ont traversé les vésicules d'eau ou de vapeur, avec ceux qui ont passé à travers l'air seulement.

Quelle que puisse être la valeur de ces explications, les faits que nous avons rappelés montrent que les apparences rouge, et plus rarement blanche, jaune ou bleue, du Soleil, se présentent parfois associées aux offuscations. Ces divers aspects du Soleil tiennent à la nature du milieu que ses rayons traversent pour nous arriver, ils dépendent de la transparence de l'air, de son degré d'humidité, de l'état où se trouve la vapeur d'eau ; de même que certains brouillards produisent des couronnes autour du Soleil et de la Lune, et que les apparences si variées des halos résultent de la forme particulière des cristaux de neige dans un nuage glacé. (Bravais, Notice sur les Halos, *Annuaire météor.*, 1851, pag. 169). Si ces phénomènes viennent souvent se joindre aux offuscations, c'est sans doute que toute diminution du rayonnement solaire a immédiatement pour conséquence un refroidissement général ou partiel de l'atmosphère, et par suite une condensation de vapeur.

XXVIII

An 1525. — « In augusto sol per aliquot dies ut igneus globus in cœlo comparuit. » (Lycosth., pag. 532.)

« Sol ut globus ignitus cœlo sereno constitit per plurimos dies, sequente tumultu tragico rusticorum in Germania contra principes. » (C. Gemma, *De naturæ divinis characterismis vel arte cosmocritica*, 1575, lib. I, pag. 195.)

XXIX

An 1547. — Lors de la bataille de Mühlberg (24 avril), où Charles-Quint défit les protestants confédérés, et où l'électeur Jean-Frédéric de Saxe fut fait prisonnier, il y eut une offuscation du Soleil; c'est une des plus importantes, c'est aussi la plus controversée.

Humboldt semble admettre que, durant trois jours, les 23, 24 et 25 avril, le Soleil s'assombrit tellement que les étoiles apparurent[1]. Mais un événement aussi frappant qu'une éclipse de trois jours, s'il était vrai, ne serait pas resté ignoré ou seulement incertain, alors qu'une éclipse totale de deux à trois minutes laisse une impression si profonde chez ceux qui en ont été témoins. Il y a donc là, sans doute, une grande exagération. Pour découvrir la vérité, il faut comparer tous les récits du temps et remonter, s'il est possible, aux documents originaux.

Cette offuscation est ainsi racontée par Kepler : « Refert Gemma pater et filius, anno 1547, ante conflictum Caroli V cum Saxoniæ Duce, solem per tres dies ceu sanguine perfusum comparuisse, ut etiam stellæ pleræque in meridie conspicerentur[2]. » Et ailleurs : « ... Primum profero exemplum illud caliginis prodigiosæ anni 1547, de qua referunt Gemma, pater et filius : solem per tres dies ceu sanguine perfusum comparuisse, ut etiam

---

[1] « A certaines époques, le disque du Soleil s'obscurcit momentanément, et sa lumière s'affaiblit à tel point qu'on voit les étoiles en plein midi. Un phénomène de ce genre, qui ne peut s'expliquer ni par des brouillards, ni par des cendres volcaniques, eut lieu en 1547 vers l'époque de la fatale bataille de Mühlberg, et dura trois jours entiers. Kepler voulut en chercher la cause, d'abord dans l'interposition d'une *materia cometica*, puis dans un nuage noir que des émanations fuligineuses sorties du corps même du Soleil auraient contribué à former. Chladni et Schnürrer attribuaient au passage de masses météoriques devant le disque du Soleil les phénomènes analogues des années 1091 et 1206, qui durèrent moins longtemps, le premier pendant trois heures, le second pendant six heures seulement. » (*Cosmos*, tom. I, pag. 148). On a vu plus haut ce qu'ont été réellement ces prétendues offuscations de 1091 et 1206.

[2] Voici le texte complet : « Nec ita rarum est ob causas quasdam sublimes interdum solis lumen hebetari. Refert Gemma pater et filius, anno 1549, ante conflictum Caroli V cum Saxoniæ Duce, solem per tres dies ceu sanguine perfusum comparuisse, ut etiam stellæ pleræque in meridie conspicerentur. Causa igitur fuit quæ solis lumen hebetaret, stellarum vero minime : sublimem igitur esse causam oportuit, qua solis lumen hebes redderetur non uni saltem terræ puncto, sed toti horizonti visibili, imo toti terrarum tractui, unde aer ad locum aliquem radiare posset, adeoque tanto majori portioni terræ, quanto pluribus locis id est observatum. Si aerem dixeris tam late incrassatum, is et stellas obnubilavisset. Relinquitur ergo causam hujus hebetationis propiorem soli fuisse, quam ut aer altissimus, ad minimum in lunaris cursus confinio. Fortasse fuit materia cometica latius sparsa et tenuior » (*Paralip*, pag. 259.)

stellæ pleræque in meridie conspicerentur. Id factum non tantum in Belgio, sed passim per totam Galliam, Germaniam, Britanniam; referente Scaligero, de emendatione temporum lib. 5, et ante illum Buntingo. » (*De stella nova*, 1606, pag. 112.)

Il s'agit, dans ce passage, de Gemma le Frison (1508-1555), mathématicien et astronome, professeur à l'Université de Louvain, et de son fils Corneille Gemma (1535-1579), professeur de médecine à la même Université. Gemma le Frison a publié différents ouvrages d'astronomie, notamment des Additions à la Cosmographie de P. Apien, et un traité *De principiis astronomiæ et cosmographiæ*, qui a eu de nombreuses éditions. Cornelius Gemma est auteur du *De arte cyclognomica*, sorte d'encyclopédie des sciences médicales et philosophiques, et du traité *De naturæ divinis characterismis*, qui porte aussi le titre de *Cosmocritice*, ou *De arte cosmocritica*[1]. Il est principalement connu des astronomes par ses publications sur l'étoile nouvelle qui apparut en 1572 dans Cassiopée, et sur la comète de 1577[2].

Les deux Gemma ont vu l'offuscation : le fils n'avait que douze ans ; mais, si le témoignage du père était positif, on ne pourrait le récuser. Il faudrait cependant savoir comment ce témoignage est parvenu à Kepler. Né en 1571, vingt-quatre ans après la bataille de Mühlberg, Kepler n'a connu ni Gemma le Frison ni son fils. Est-ce par tradition que lui sont venus les détails qu'il rapporte, est-ce par un ouvrage des Gemma ? Ces ouvrages subsistent aujourd'hui : c'est là tout d'abord qu'on doit chercher des renseignements sur le fait en question.

Or il n'est rien dit de l'offuscation de 1547 dans aucun des traités de Gemma Frisius, et le seul livre de Cornelius Gemma qui en parle est le *De naturæ divinis characterismis*. C'est évidemment de ce livre (qu'il cite fréquemment sous le nom de *Cosmocritice*) que Kepler a tiré son récit : il en reproduit le texte sans y rien ajouter, et ne cite en plus que Bunting et Scaliger, écrivains bien postérieurs. Il est donc certain qu'il n'a pas eu de renseignements particuliers sur ce fait, et que son assertion ne saurait avoir plus de valeur et d'autorité que la source à laquelle il a puisé.

Dans le livre I du *Cosmocritice*, C. Gemma réunit sous le titre de « Solis præsagia » divers phénomènes tels que celui de la mort de César, de la mort de Constantin fils d'Irène; et il raconte en ces termes l'offuscation de 1547 :

« Anno 1547. Sol per tres dies ceu perfusus sanguine comparebat, sed maxime sub occasum, ut etiam et stellæ pleræque in meridie conspicerentur. Idque ante conflictum

---

[1] *De naturæ divinis characterismis, seu raris et admirandis spectaculis, causis, indiciis, proprietatibus rerum in partibus singulis universi, libri II.* Auctore D. Cornelio Gemma, Lovaniensi, regio medicinæ professore. In-8°, Anvers, 1575.

[2] *De stella peregrina quæ superiore anno apparere cœpit, Cornelii Gemmæ et Guill. Postelli judicia*, 1573. — Cornelius Gemma, *De prodigiosa specie naturaque cometæ qui nobis effulsit, altior lunæ sedibus, insolita prorsus figura ac magnitudine, an.* 1577. Anvers, 1578.

et captivitatem Johan. Frederici Saxoniæ ducis. Idem et circa lunæ corpus evenisse annotat pater, nec meam effugit memoriam, quando tunc primum puer Mechliniæ litteris operam dans, ad ætatem annorum 12 pervenissem, et cum aliis magna admiratione conspexerim.» (*Cosmocrit.*, lib. I, cap. VIII, pag. 216.)

On remarquera que C. Gemma ne dit pas que lui ou son père aient vu des étoiles en plein jour. Il ne fixe pas davantage le lieu où elles auraient apparu, et ne précise même pas de date: il se contente de dire que c'est avant la bataille de Mühlberg. N'ayant alors que douze ans, il a bien pu conserver le souvenir de l'offuscation, mais il ne saurait en garantir les détails.

La seule observation qu'il attribue à son père, c'est d'avoir constaté que la Lune présentait la même apparence que le Soleil, à savoir cette teinte rouge, principalement au voisinage de l'horizon, qui est un caractère habituel des offuscations dues aux brouillards secs. Kepler n'a pas tenu compte de cette circonstance: «idem et circa lunæ corpus evenisse»; il ne reproduit pas ce passage, capital selon nous, et qui détermine la vraie nature du phénomène.

A qui C. Gemma peut-il avoir emprunté le fait de la visibilité des étoiles, si ni lui ni son père n'en ont été témoins? Je pense que c'est à Frytsch, de Laubach, dans son *Catalogus prodigiorum atque ostentorum*[1], où l'on trouve le passage suivant:

«Anno mundi 5509, Christi 1547. — Duodecimo aprilis die, sol hoc ipso anno, per tres dies, ut globus igneus post meridiem in cœlo comparuit, adeo quod stellæ etiam conspicerentur; post hosce dies, grave prælium inter Imperatorem Carolum V et Electorem Joannem ducem Saxoniæ in Misnia extitit, inter Mulbergam et Vintebergam. Joannes Fredericus Elector venit in captivitatem Cæsaris....»

Ici, l'époque du phénomène est fixée au 12 avril, et l'on aurait vu des étoiles. Il est à remarquer toutefois que Frytsch ne dit pas, comme C. Gemma, *stellæ pleræque*, mais simplement *stellæ*, ce qui est plus vague; il ne dit pas non plus qu'elles aient été vues *in meridie*.

Pour apprécier le degré de confiance que méritent les récits de Frytsch, citons deux autres passages du *Catalogus* qui se rapportent aussi à l'année 1547.

«Apud Helvetios, in aere conspecti sunt duo exercitus, duo etiam leones inter se graviter concertantes, quorum unus alteri caput mordicus avulsit.»

---

[1] Voici le titre complet de cet ouvrage, connu aussi sous le nom de *De meteoris*. «*Meteorum, hoc est impressionum aerearum et mirabilium naturæ operum, loci fere omnes, methodo dialectica conscripti, et singulari quadam cura diligentiaque, in eum ordinem digesti ac distributi, A. M. Marco Frytschio Laubano Hexapolensi, Lusaciæ superioris alumno. Item: Catalogus prodigiorum atque ostentorum, tam cœlo quam in terra, in pœnam scelerum ac magnarum in mundo vicissitudinum significationem, jam inde ab initio divinitus exhibitorum, ab eodem conscriptus. Omnia ab authore recognita et locupletata. Noribergæ, anno 1563, cum privilegio Cæsareo.*»

« Hac etiam tempestate, alibi cœlo sereno crux alba cum virga conspecta est. Romæ visa est crux sanguinea, et ad dextrum illius latus, flagellum sive virga aspectu horribilis, supraque çrucem aquila volitans; phasma hoc per triduum conspectum tandem disparuit ».

Il y a très-probablement un fond de vérité dans ces événements prodigieux, dont le dernier paraît être un halo compliqué de couronnes, de croix, de parhélies; mais quelle valeur scientifique accorder à de telles descriptions, et comment ne pas se défier un peu du compilateur de ces merveilles! Pingré a bien raison de dire, en parlant de Frytsch : «La critique de cet écrivain n'est pas sûre.»

C. Gemma est plus digne de foi; on a cependant toujours à craindre les écarts de son imagination et la fâcheuse influence de son esprit systématique [1]. Pour lui, comme pour Frytsch, tous les phénomènes sont des prodiges, des signes célestes, et le plus souvent des présages sinistres. C. Gemma déclare lui-même qu'il ne s'est appliqué à les observer, qu'il ne les transmet à la postérité que pour montrer leur corrélation avec les catastrophes de son temps. Dès lors on ne s'étonne plus de voir les auteurs de cette époque accueillir les récits les plus fabuleux, et raconter ce qu'ils ont cru voir plutôt que ce qu'ils ont vu en effet; moins occupés de contrôler la vérité des faits que de les interpréter comme annonce de quelque événement contemporain. Encore faut-il se féliciter de ce que cette croyance les a engagés à rapporter des faits qui ont actuellement un véritable intérêt, et qui sans cela seraient perdus pour nous.

Connaissant l'esprit de ces ouvrages, on doit se tenir en garde contre les exagérations du chroniqueur, contre les préjugés et les illusions de l'observateur lui-même. Faudrait-il donc s'étonner si, comme on l'a dit plus haut à l'occasion d'éclipses qui ne furent que partielles, cette phrase « adeo quod stellæ etiam conspicerentur » avait été écrite sans s'enquérir de l'authenticité de l'événement, et comme une sorte de formule applicable indifféremment à toutes les grandes éclipses et aux phénomènes du même genre? Les deux autres passages de Frytsch que nous avons cités, où les faits sont défigurés à tel point qu'il est même difficile d'en reconnaître la nature, justifieraient au besoin une pareille supposition.

Toutefois, ce n'est pas ainsi que s'explique, à notre avis, l'assertion émise par Frytsch et répétée par Gemma, d'étoiles devenues visibles pendant que le Soleil perdait son aspect habituel. Nous montrerons tout à l'heure qu'au jour désigné, le 12 avril 1547, la planète

---

[1] Il est bon de connaître le jugement que Kepler porte sur C. Gemma, à propos de sa théorie de la vision, jugement qui peut être appliqué au livre entier. « Cornelius Gemma, medicus profundæ indaginis, modum visionis componit et confundit pene ex omnibus qui celebrantur: in quo videas certare verborum ambiguitatem cum obscuritate rerum, cum hic tum in fere toto libro, dum de materia majestatis plenissima gravi stylo rhetoricari et plane vaticinari mavult, quam disputare, nec nisi gravem lectorem et attentissimum erudire dignatur. » (*Paralip.*, pag. 208). Cet éloge ironique montre assez ce que Kepler pensait de C. Gemma.

Vénus était dans des conditions propres à être vue de jour. Il est tout naturel que cette apparition insolite de la planète et l'offuscation du Soleil, survenant à la même époque, aient vivement frappé les imaginations surexcitées au plus haut point par les événements politiques : la défaite de Mühlberg est restée une date néfaste dans l'histoire de l'Allemagne protestante. Les deux phénomènes, fondus mal à propos en un seul, expliquent la tradition que Frytsch et C. Gemma ont transmise à Kepler.

Le récit de Frytsch a eté inséré par Lycosthène dans son *De prodigiis et ostentis*, publié à Bâle en 1557. Nous y lisons, à la date 1547 : «Duodecimo aprilis die, sol hoc ipso anno, per tres dies, ut globus igneus post meridiem in cœlo comparuit, adeo quod stellæ etiam conspicerentur (Marcus Frytschius). »

C'est précisément le passage que nous avons transcrit plus haut, d'après le *Catalogus* de Frytsch, publié en 1563. Il faut donc que Lycosthène en ait eu connaissance avant sa publication; ou bien, plus vraisemblablement, il y a eu une édition antérieure du *Catalogus*, qui est le *De meteoris* inscrit par Lycosthène, au commencement de son livre, sur la liste des ouvrages auxquels il a fait des emprunts.

Lycosthène, dont le vrai nom est Conrad Wolfshart (1518-1561), né à Rouffach en Alsace, et professeur à Bâle, a été témoin oculaire de l'offuscation, et voici ce qu'il dit avoir vu.« Die 24 aprilis, non tantum in Saxonia, Turingia, Misnia, sed apud nos etiam in Helvetia, sol non tristi modo, sed plane sanguinolento vultu, ad quatuor fere integras horas, magno multorum stupore visus est. Quem diem cum in calend. meum historicum annotassem, deprehendi postea eodem die Joannem Fridericum Saxoniæ principem, sanctissimum atque constantissimum in fide heroen, ad Milbergam a Cæsare in clade cruenta captum esse. » (*De prod.* pag. 596.)

Ainsi, à Bâle, l'offuscation eut lieu un seul jour, le 24 avril, pendant quatre heures, et sans apparition d'étoiles.

On voit que Lycosthène, après avoir reproduit mot à mot le texte de Frytsch, sans observations, selon son usage, ne se préoccupe pas de le mettre d'accord avec son propre récit, considérant sans doute les deux phénomènes comme distincts; ce défaut de critique est habituel chez ce compilateur[1]. Malgré cela, son témoignage est précieux, parce qu'il a vu lui-même l'offuscation.

Kepler invoque aussi le témoignage de Bunting et de Scaliger. Ceux-ci ne parlent pas du tout de la visibilité des étoiles.

---

[1] C'est surtout comme présages de calamités publiques que Lycosthène recueille les faits extraordinaires, les prodiges de tous les temps. Il veut prouver :« horrenda illa signa semper aliquid imminentium malorum hominibus portendisse, quo aliorum tandem exemplo moniti, evitandorum periculorum rationes eo diligentius iniremus.»(Préface du *De prod.*, de J. Obsequens.)

Dans le chapitre « De anno cædis Cæsaris », à propos du phénomène qui eut lieu à cette époque, Scaliger dit : « Sed quid vetera et externa exempla advocamus? Ecce anno Christi 1547, me puero annorum VII, sol sudo cœlo pallidus apparuit per solidum quatriduum a XXII aprilis per totam Galliam ; quod et per Germaniam et Britanniam accidisse constitit. Sane multa mala postea consecuta sunt, de quibus alienum hoc loco dicere. » (*De emendatione temporum*, liv. V, 1629, p. 442). Ce passage, relatif à l'offuscation de 1547, ne se trouve pas dans la 1re édition de 1583.

« 22 die aprilis et deinceps usque ad quatriduum, sol sereno cœlo valde tristis, pallidus et obscurus apparuit per totam Germaniam, Galliam et Angliam. » (Bunting, *Chronologia, hoc est omnium temporum et annorum series*, 1590). Ce sont à peu près les termes de Scaliger, seulement Bunting se trompe d'une année, car il place le fait en 1546. Tous deux parlent de quatre jours à partir du 22 avril.

Cette offuscation est encore mentionnée dans quelques récits de la bataille de Mühlberg. Robertson, qui a dû consulter les diverses narrations de cette bataille, se borne à dire : « Lorsque les deux armées se trouvèrent en présence, le ciel, qui jusqu'à ce moment avait été sombre et couvert de nuages, s'éclaircit tout à coup. » (*Hist. de Charles-Quint*, liv. IX.)

On lit dans l'histoire de J. de Thou : « Cumque ad mediam usque diem aer nebulosus aspectum Saxonicis, quo minus Cæsarianos videre possent, eripuisset, transmisso statim Cæsare discussus est, et retecto sole lux repente reddita, inde Saxonicis certamen detrectantibus terrorem injecit, inde Cæsarianis ad hostem properantibus animos addidit. » (*J. A. Thuani hist. mei temporis*, 1620, tom. I, pag. 128.)

Au dire d'un historien du temps, Charles-Quint lui-même se plaignait avant la bataille : « semper se nebulæ densitate infestari, quoties sibi cum hoste pugnandum sit. » (Lambertus Hortensius, *De bello germanico*, 1560, pag. 182.)

« On remarqua, comme un présage particulier de quelque malheur pour la Saxe, que le jour du combat et deux autres jours auparavant, quoique le temps fût fort serein, le Soleil parut tout trouble dans ce pays-là. » (*Le grand théatre historique, ou nouvelle histoire universelle....* Leyde, 1703, tom. III, pag. 238.)

Enfin, voici un dernier texte bien explicite : « Quo autem die Saxo captus est, æstus fuit longe gravissimus, et sol velut sanguinolentus apparuit, non in Germania duntaxat sed etiam in Galliis. » (*Appendix* ad Johannis Naucleri chronica, per Laurentium Surium. Cologne, 1564, tom. II, pag. 718.)

De tout cela résulte évidemment que, le 24 avril, l'offuscation existait à Mühlberg comme à Bâle, mais sous forme de brouillard et non d'éclipse.

Kepler, sur l'assertion de C. Gemma, n'a point mis en doute cette circonstance, si extraordinaire pour nous, de la visibilité des étoiles, tandis que le Soleil était obscurci, durant trois ou quatre jours qu'il ne précise pas. Le fait étant admis, il lui semble qu'on ne peut l'expliquer que par l'interposition entre la Terre et le Soleil, bien au-delà de la

Lune, d'une substance éthérée plus ou moins opaque, «materia cœli[1]». Képler ne répugne pas à ces conséquences, il les développe même avec plaisir, car elles viennent confirmer ses idées relativement à ce qu'il appelle la matière des cieux, et aux altérations dont elle serait susceptible (mutabilis materia ætheria). Il est singulier cependant que, s'appuyant du témoignage des Gemma, Kepler ait mis de côté un fait aussi important que la participation de la Lune à l'assombrissement du Soleil, constatée par G. Frisius. Cette circonstance essentielle contrarie singulièrement la théorie de Kepler, si elle ne la renverse pas tout à fait: car son raisonnement sur la distance et l'étendue de la matière opaque qui, suivant lui, aurait intercepté les rayons solaires, est fondé sur la visibilité de la Lune, tandis que le Soleil restait voilé. L'argumentation de Kepler est d'ailleurs curieuse par le mélange

---

[1] Dans le chap. XXIII du *De Stella nova*, Kepler se propose d'établir: «cœli materiam esse alterabilem».

«Causa caliginis ann. 1547 prodigiosæ fuit cœlestis. — Primum profero tibi ex Opticis meis fol. 259, exemplum illud caliginis prodigiosæ anni 1547: de qua referunt Gemma, pater et filius, solem per tres dies ceu sanguine perfusum comparuisse; ut etiam stellæ pleræque in meridie conspicerentur. Id factum non tantum in Belgio, sed passim per totam Galliam, Germaniam, Britanniam; referente Scaligero, de emendatione temporum, lib. 5, et ante illum Buntingo. Historiæ vero multa exhibent exempla; interque cætera celebratissimum illud, anno cædis Cæsaris pene toto, itemque et anno quo Augustus decessit. Sed demonstrationem extruamus super nostrum exemplum.

» Si causa obscurati solis in aere fuit: ergo cum sol ab ortu in occasum, utpote toto triduo, aut, ut Scaliger vult, quatriduo, pallorem hunc retinuerit, oportet igitur totum aerem ab ortu in occasum fuisse obscurum. Si hoc, quomodo igitur stellæ per aerem visæ, per quem sol videri vix potuit?... Certissimum est causam aliquam aliam, præter aerem, esse debere, quæ solis lumen tantopere hebetet, priusquam illud ad aerem nostrum perveniat; quæque solem in diurna circumvolutione comitetur....

» Quo loco existimas fuisse materiam illam, quæ solem quatriduo integro in pallore detinuit, stellas vero occultavit minime? nam si fuit proxime sub luna, consentaneum fiet cum orbe lunæ etiam circumire debuisse, raptam pernicitate motus, ut Aristoteles vult ignis elementum rapi. At quia sol quatriduo integro latuit, per quod tempus luna gradus a sole quinquaginta fuit emensa, non igitur hæc materia prope lunam, sed omnino supra hanc constitit, in ipso sinu ætheris ab omnibus concessi. Nisi forte dicere placeat, quinquaginta gradus longam, primo texisse solem extremitate dextra, ultimo sinistra: quo pacto stellas etiam tegere debuit, quæcumque intra 50 graduum propinquitatem solem circumstabant. Atqui legimus visas esse stellas in meridie: quare stellæ prope solem non fuere tectæ. Materia igitur quæ solem obduxit, tam lata non fuit; et cum solis loco adhæserit per quatriduum, unde lunæ orbis interim per 50 gradus discessit, itaque prope lunam hæc materia stare non potuit.

» In profundo igitur æthere, proxime solem, inter hunc et tellurem, quærenda; imo ex eo nobis oblata, pro argumento mutabilis materiæ ætheriæ, quæ stellis liquida circumfunditur, est amplectanda.» (*De stella nova*, 1606, pag. 112.)

des idées d'Aristote, sur le mouvement et sa transmission d'un orbe à un autre voisin, et de son propre système sur le fluide éthéré où nagent tous les corps célestes.

Dans sa Note *Sur les offuscations du Soleil attribuées à l'interposition des étoiles filantes* (*Comptes rendus*, tom. LX, pag. 649), M. Faye s'est occupé du phénomène de 1547; il a fait ressortir l'invraisemblance de cette visibilité des étoiles en plein jour, et il pense que ce fait étrange doit être révoqué en doute, malgré l'affirmation de Gemma et de Kepler. Les nouveaux documents que nous avons cités viennent encore appuyer le jugement de M. Faye.

Non-seulement Kepler n'a pu être témoin du phénomène, ce qui rendrait ses assertions incontestables, mais il ne résulte même pas du texte de C. Gemma que celui-ci ni son père aient vu des étoiles. Ce qu'ils ont observé, c'est le Soleil teint de sang et la Lune offrant le même aspect.

La première narration où figure l'apparition d'étoiles est celle de Frytsch, que Lycosthène a insérée dans son *De prodigiis*, dix ans seulement après l'offuscation, comme empruntée au *De meteoris* de Frytsch lui-même. Ce récit est donc contemporain, et il est sans doute la source de celui de C. Gemma pour ce qui est de la visibilité des étoiles. Le caractère de ces compilations exige assurément beaucoup de réserve dans l'interprétation des faits qui s'y trouvent réunis; et à ce point de vue on serait peut-être autorisé à mettre de côté la phrase « adeo quod stellæ etiam conspicerentur », fondement unique de la thèse que nous discutons.

Il paraît cependant plus convenable, eu égard surtout à l'époque de cette narration bien rapprochée de l'événement, de ne pas la rejeter absolument, mais de chercher si elle ne reposerait pas sur quelque base réelle. Je pense, comme je l'ai dit plus haut, qu'il faut la rattacher à un autre fait qui eut lieu à cette époque, et qui, par cette coïncidence même, a pu être interprété comme un résultat de l'offuscation, bien qu'il en soit indépendant : la visibilité de Vénus pendant le jour. Cette planète est quelquefois si resplendissante qu'on la voit en plein soleil. Or cela est arrivé en avril 1547, et a dû étonner bien plus quand on a vu ensuite l'éclat de la Lune et du Soleil subir un affaiblissement inaccoutumé.

La planète Vénus avait été en conjonction inférieure le 7 mars; le 12 avril, elle se trouvait dans la position la plus avantageuse pour être vue de jour, à $39^\circ \frac{1}{2}$ du Soleil vers l'ouest. Son éclat calculé était alors les 6/7 de l'éclat maximum correspondant aux circonstances les plus favorables, et presque égal au maximum qui répond aux distances moyennes de Vénus et du Soleil à la Terre[1]. Il est resté quelques jours à peu près constant; puis, l'élongation de Vénus

[1] Comme on l'a dit au § XXI, le maximum observé a dû répondre à une élongation plus grande, c'est-à-dire, à une époque plus éloignée de la conjonction. C'est donc après le 12 avril qu'aurait eu lieu l'éclat maximum. Le 24 avril, il était encore égal à celui de Vénus le 2 février 1106.

augmentant, l'éclat a diminué. Le 24, l'élongation était de 43°, l'éclat n'était que les $\frac{3}{4}$ du maximum d'éclat relatif aux distances moyennes, mais encore plus que suffisant pour laisser apercevoir la planète de jour. Ainsi, pendant le mois d'avril 1547, surtout à partir du 12, on a dû voir Vénus dans la journée.

Bien que ces apparitions se produisent régulièrement, elles attirent les regards. C'est un spectacle qui frappe les moins attentifs et ne passe guère inaperçu. Quelquefois, méconnaissant la planète, on la prend pour une comète ou un astre nouveau ; et le vulgaire ne manque pas de rattacher ce phénomène aux événements contemporains [1].

Nous pourrions indiquer, d'après les chroniques, plusieurs observations d'étoiles en plein jour, qui ne sont certainement pas autre chose. En 1511, « Mediolani, die sereno ac splendido, stellæ mirum in modum micantes in cœlo visæ sunt. » (Lycosth., pag. 516). Il s'agit de Vénus, qui, à la fin de novembre 1511, présenta un éclat inusité [2]. Le 28 novembre, elle se trouvait à l'est du Soleil, son élongation étant de 40°, et son éclat presque égal au maximum absolu. La planète atteignit sa conjonction inférieure le 3 janvier 1512, de sorte qu'en novembre Vénus dut rester visible en plein midi. Telle est l'explication de ce passage de Lycosthène.

---

[1] Pour exemple de l'impression que produisent sur le public ces apparitions extraordinaires, nous citerons celle de janvier 1798. Vénus marchait alors vers sa conjonction inférieure, qui devait avoir lieu le 16 mars. L'élongation avait atteint son maximum le 6 janvier; elle diminuait, et l'éclat a dû augmenter jusqu'au 8 février. Déjà, le 16 janvier, à 46° 1/2 de distance du soleil vers l'est, Vénus fixait tous les regards : à ce moment, son éclat était le même que le 24 avril 1547.

Voici ce que dit Lalande à ce sujet (*Bibliogr. astron.*, pag. 797) : « Le 16 janvier (27 nivose an VI), on criait sur le Pont-Neuf la nouvelle comète, et beaucoup de gens en étaient effrayés. Cependant, il ne s'agissait que de Vénus qui fut vue en plein jour sur le Luxembourg, le jour où vingt mille personnes, attendant le général Bonaparte, avaient les yeux dirigés de ce côté. On la verrait ainsi tous les dix-neuf mois si l'on y faisait attention; mais il se trouve rarement des personnes qui aient le temps ou l'occasion d'y prendre garde. Cette fois la terreur fut singulière; on ne parlait que de comètes dans les spectacles et dans les sociétés... »

Lalande crut nécessaire de rassurer le public, et le *Moniteur* du 2 pluviose an VI contient l'article suivant : « Lettre du citoyen Lalande. — Le 29 au soir, le peuple était assemblé sur les quais, et remarquait avec étonnement la planète de Vénus, qui, étant actuellement dans sa plus grande digression, est d'un éclat surprenant, et paraît à la vue simple même en plein jour.... Comme depuis quelques jours on parle beaucoup de comètes, on a pris Vénus pour la comète, mais il n'y en a point actuellement,... et la terreur qui paraît avoir lieu parmi le peuple n'a aucune espèce de fondement... »

Au même fait se rapporte une anecdote racontée par Arago (*Astr. pop.*, tom. II, pag. 533).

[2] « Stellas die sereno bis vidisse Mediolani memini cum tota civitate : alteram splendidissimam anno 1511, cum pulsi sunt Galli; aliam, anno 1535, subobscuram. » (*Cardani opera*, tom. III, pag. 275.)

Il nous dit vaguement : « Stellæ visæ sunt »; et, pour l'apparition de 1547, Frytsch s'est exprimé de même : « Adeo quod stellæ etiam conspicerentur ». C. Gemma ajoute : « pleræque » ; mais la forme indéterminée de Frytsch laisse supposer qu'un seul astre fut aperçu, et il n'y a pas de motif pour préférer à cette interprétation la version de Gemma, qui n'est fondée sur aucune preuve.

Enfin, il est digne de remarque que c'est précisément au 12 avril, jour où le calcul indique l'éclat maximum de Vénus, que Frytsch place l'apparition d'étoiles. Cet accord nous confirme dans l'opinion qu'il y a eu à cette époque deux phénomènes distincts que l'on a confondus mal à propos. La visibilité de Vénus, rattachée à l'offuscation du Soleil qui suivit à peu de jours d'intervalle, explique la narration de Frytsch, reproduite en 1557 par Lycosthène. Plus tard, en 1575, C. Gemma la lui a empruntée, et l'a réunie à ses propres souvenirs. Il s'exprime en termes à peu près semblables, sauf le mot « pleræque » qu'il ajoute, et la remarque de son père sur l'obscurcissement simultané de la Lune. Enfin Kepler, en accueillant sans réserve le récit de Gemma, lui a prêté une autorité grâce à laquelle il est parvenu jusqu'à nous sans être contesté.

Cette interprétation, qu'on n'oserait proposer s'il s'agissait d'un fait observé et décrit par Kepler lui-même, semble ici tout à fait plausible et justifiée par la comparaison des textes aussi bien que par le caractère connu des premiers narrateurs sur le témoignage desquels Kepler s'est appuyé. Dès lors, il ne reste plus, dans le fait de 1547, qu'un simple phénomène atmosphérique, rare, il est vrai, mais non pas anormal, qui s'est étendu à l'Allemagne, la Suisse, la Belgique, la France et l'Angleterre, avec une intensité et une durée variables, se manifestant sur le Soleil par une diminution d'éclat, par une coloration inusitée, et affectant la Lune aussi bien que le Soleil.

XXX

An 1706.— « Le 12 mai, vers dix heures du matin, le Soleil s'obscurcit à tel point que des chauves-souris se mirent à voler, et qu'on fut obligé d'allumer des chandelles. » (*Chronique de la Souabe*, citée par Schnurrer.)

Ce jour-là, précisément à l'heure indiquée, avait lieu une grande éclipse de Soleil, totale à Montpellier, où elle fut observée par Plantade et Clapiès, en Suisse[1] et probablement en Souabe. Ainsi la Chronique de Schnurrer a dit vrai, mais ce n'est pas une offuscation, comme on l'a souvent répété.

Plantade a donné une relation détaillée de cette belle éclipse dans les *Mémoires de la Société royale des Sciences de Montpellier*, 1766, tom. I : c'est la première description vraiment scientifique d'une éclipse totale[2]. Celle de 1706 inaugura les travaux de la Société royale des sciences dont notre Académie de Montpellier est la continuation.

---

[1] Ch. Dufour; *Comptes rendus*, tom. LX, pag. 857.

[2] Les éclipses totales de Soleil vues à Montpellier, depuis l'éclipse du 13 septembre 1178

XXXI

An 1777. — Arago, admettant que l'obscurcissement du Soleil pendant les offuscations avait pour cause le passage au-devant de cet astre d'une grande quantité d'astéroïdes, a rangé parmi les phénomènes d'offuscation le fait suivant. « Messier rapporte que le 17 juin 1777, vers midi, il vit passer sur le Soleil, pendant cinq minutes, un nombre prodigieux de globules noirs. Ces globules ne faisaient-ils pas partie de l'un des anneaux d'astéroïdes dont toutes les observations des météores cosmiques tendent à faire admettre l'existence? » (*Astron. pop.*, tom. IV, pag. 321.)

Nous examinerons ailleurs si c'est à l'interposition de ces astéroïdes entre le Soleil et nous que l'on doit attribuer les offuscations. Mais, ce point étant écarté, il resterait encore à savoir si les grains noirs de Messier étaient réellement des astéroïdes, ce qui est fort douteux. En effet, d'autres astronomes ont vu aussi des quantités de petits globules passer rapidement au-devant du disque solaire, et ils l'ont expliqué bien plus naturellement par une grêle éloignée. C'était du reste l'opinion de Messier lui-même[1].

M. Chacornac a souvent aperçu (et il veut bien nous autoriser à publier cette observation) de petits corps traversant le Soleil. Selon lui, ce sont des gouttes de pluie ou des

---

dont on a parlé au § XVIII, sont celles du 1er janvier 1386, du 7 juin 1415, du 12 mai 1706 (elle dura 4m 10s), et, de nos jours, celle du 8 juillet 1842 qui dura deux minutes. (Arago, *Annuaire* de 1846.)

[1] « Le 17 juin 1777, à 11h 46m, le Soleil étant couvert de nuages rares et clairs, je vis passer au devant du disque solaire, ayant l'œil à la lunette, une prodigieuse quantité de petits globules, qui paraissaient arrondis, terminés, d'une couleur brune foncée; les globules, égaux entre eux, semblables à un sable fin qui aurait passé au tamis, et dont les grains auraient été de la grosseur des semences de navet. Ces globules parcouraient le disque du Soleil dans la direction de l'OSO à l'ENE, et cela dans l'espace de deux secondes de temps environ; cette direction des globules était aussi celle des nuages et du vent qui n'était pas considérable ; ces globules paraissaient au devant du disque en plus et en moindre quantité : le nombre en était si grand dans certains moments qu'on avait de la peine à voir les taches du Soleil. Ils n'étaient visibles qu'en passant au devant du disque. La durée de leur passage fut de cinq minutes de temps environ; vers la dernière minute il en parut moins, et ils ne cessèrent totalement de passer que lorsque le nuage blanchâtre devint plus clair, plus transparent; et, peu de secondes après, le Soleil se trouva dans une partie claire qui s'était formée entre les nuages. Ces globules ne pouvaient provenir, sans doute, que d'une pluie ou d'une grêle qui tombait à une assez grande distance de mon observatoire. » (*Mém. de l'Acad. des Sciences*, 1777, pag. 464.)

Boscowich (*Ibid.*, pag. 467) explique ce phénomène par une grêle extraordinaire : il estime que les grêlons avaient quatre à cinq pouces de diamètre, et qu'ils étaient à la distance de huit à neuf cents toises.

grains de grêle, formés dans les régions supérieures de l'atmosphère. Ces grêlons se distinguent très-bien en retirant un peu l'oculaire de la lunette; on les observe surtout au mois de mars, par un ciel assez pur, mais où des cumulus viennent à se former.

Un fait analogue a été observé sur la Lune par M. Chacornac: une nuée de corpuscules ressemblant à des flocons de neige très-serrés passèrent sur le disque lunaire pendant plus de dix minutes, sans qu'à l'œil nu son éclat parût diminué. C'était au milieu de l'été, la Lune étant pleine, et le ciel un peu nébuleux aux environs de l'astre.

XXXII

An 1860. — Un phénomène du genre de ceux que nous venons d'étudier eut lieu, le 11 avril, dans les villes d'Olinda et du Récife, au Brésil. Il est rapporté par M. Emm. Liais, qui malheureusement n'en a pas été lui-même témoin, dans une Note ayant pour titre : « Sur un phénomène météorologique et une offuscation du Soleil analogue à celles des années 1106, 1208, 1547 et 1706, observés dans la province de Pernambuco le 11 avril 1860. » (*Comptes rendus*, tom. L, pag. 1197.)

Le phénomène météorologique consiste dans un vent brûlant, quoique venant de la mer, observé par M. Liais le 11 avril à cinq heures du soir, sur la côte du Brésil, entre l'embouchure du Rio-Formoso et celle du Serinhaem.

« Le même jour 11 avril, dit M. Liais, il avait été remarqué, vers midi, dans les villes d'Olinda et du Récife, un autre phénomène qui peut avoir quelques relations intimes avec le premier. Entre 11ʰ 30 et midi, l'éclat du Soleil s'affaiblit notablement. L'astre pouvait être regardé à l'œil nu pendant quelques instants, et autour de lui on voyait, quoique le ciel parût pur, une couronne irisée qui, d'après la description qui m'en a été donnée, ressemblait à la couronne météorologique. En même temps, plusieurs personnes du peuple et un soldat artificier au service de la Commission, laissé à la garde de l'observatoire d'Olinda, aperçurent à l'œil nu, et à l'est du Soleil, une étoile brillante, qui, d'après la position indiquée, ne peut être que la planète Vénus. On ne voyait de nuages que près de l'horizon, et le phénomène n'a duré que quelques minutes. »

« La visibilité de Vénus, à l'œil nu, le 11 avril, ajoute M. Liais, est un fait très-remarquable. En effet, ce même jour, cette planète n'était qu'aux 3/5 environ de l'intensité répondant à son maximum de visibilité à l'œil nu, et dans ces conditions elle ne peut être aperçue sans instrument. Depuis le 11 avril, l'éclat a augmenté, et cependant nous avons constaté, à la date du 18 et même du 29 avril, que cette planète n'était pas visible de jour à l'œil nu. Or, si nous n'avons pu l'apercevoir même en la cherchant, il faut admettre une forte réduction de la lumière atmosphérique, pour qu'elle ait frappé des hommes du peuple qui ont vu une *belle étoile*. »

Vénus se trouvait, le 11 avril 1860, à 43° à l'est du Soleil; mais, comme elle était encore dans la partie supérieure de son orbite, sa distance à la Terre était grande, et son éclat insuffisant pour être distingué sans lunette. La plus grande élongation eut lieu le 9 mai, et le

maximum d'éclat vers le 11 juin. L'apparition de Vénus en avril, si elle est positive, serait donc complètement anormale. Voici quelle est la conclusion de M. Liais :

« La diminution de l'éclat solaire, le 11 avril, ne peut être attribuée à une cause atmosphérique, car alors Vénus, loin d'être plus visible, aurait été moins perceptible encore. Le phénomène me paraît donc de la nature de ceux qui ont été remarqués en 1106, 1208, 1547 et 1706, et que M. Erman a attribués à des passages de nuages cosmiques d'astéroïdes devant le Soleil. »

Nous avons déjà vu ce qu'il faut penser des offuscations de 1106, 1208 et 1706. En 1547, il est vrai, c'est réellement la planète Vénus qui fut aperçue, mais dans des conditions tout à fait régulières. Ici, au contraire, se rencontre une véritable difficulté.

Il est facile d'avancer des hypothèses telles que l'interposition d'un nuage cosmique; encore faudrait-il que ce nuage eût pénétré dans l'atmosphère, s'il a produit le phénomène météorologique constaté le même jour par M. Liais. Si, au contraire, on veut que cette altération extraordinaire de la transparence de l'air ait été analogue à celle qui caractérise les brouillards secs, il faut que cette perturbation atmosphérique soit restée accidentellement localisée dans une région assez distante de l'observateur pour voiler le Soleil, sans s'étendre à la distance de 43° où était Vénus. Pour cela, il est nécessaire que le brouillard ait occupé une étendue assez restreinte, et à une très-grande hauteur dans l'atmosphère, de telle sorte qu'il n'ait pas pu arriver à l'observateur de la lumière réfléchie par les couches supérieures.

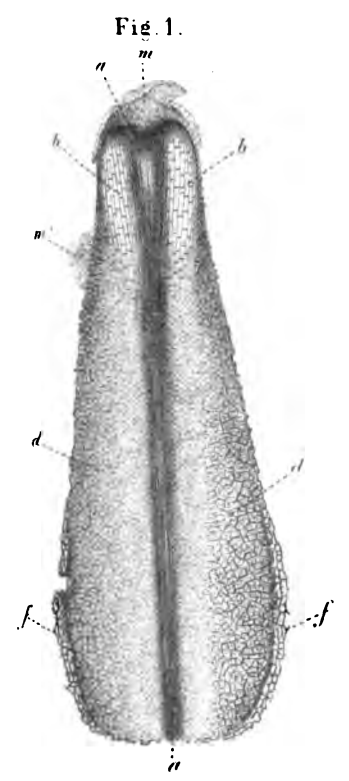
Mais ce ne sont là que des suppositions, à l'égard desquelles il faut être très-réservé, tant qu'un doute peut subsister sur l'apparition de Vénus. Or, la présence d'une couronne autour du Soleil rappelle naturellement les halos et les parhélies qu'on a signalés durant certaines offuscations (voy. §§ III et XXVII). Il est permis de se demander si l'étoile vue près du Soleil ne serait pas un de ces faux-soleils qui accompagnent quelquefois le phénomène si curieux et si varié du halo.

Il est souvent arrivé que les faux-soleils ont été pris pour des étoiles et désignés comme tels. (Ann. Cœsenates, ap. Muratori, *Rer. ital. script.*, tom. XIV, pag. 1093). On peut même les apercevoir par un ciel en apparence serein, « cœlo sereno sine ulla nube ». (Hardouin, Notes sur l'*Hist. nat.* de Pline, liv. II, chap. XXXI.)

Pour ce qui est du phénomène d'Olinda, il est regrettable qu'il n'ait pas été observé par M. Liais lui-même; mais, en l'état, on ne saurait affirmer que le point brillant vu aux environs du Soleil fût la planète Vénus. Ce fait est donc insuffisant à établir que, pendant une offuscation du Soleil, des étoiles puissent devenir visibles. Aucun des autres faits que nous avons énumérés ne justifie davantage cette assertion, qui n'aurait pu être accueillie que sur des preuves positives et irrécusables.

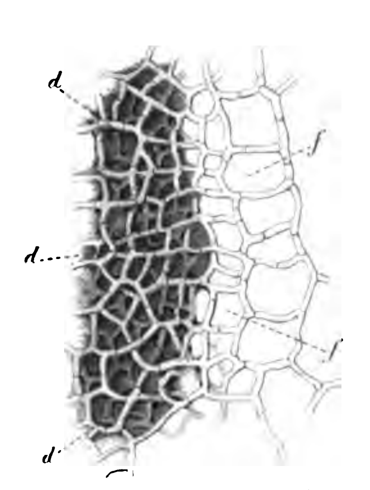
Montpellier

Fig. 1.



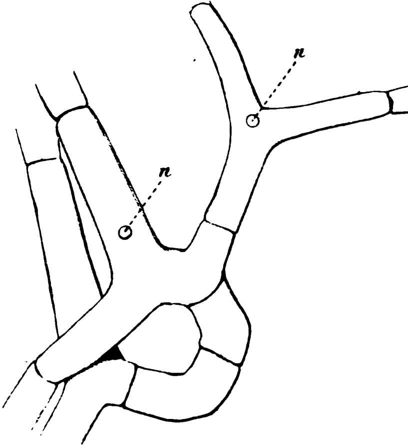
Gr. 6 fois.

Fig. 2.



Gr. 80 fois.

Fig. 3.



Gr. 200 fois.



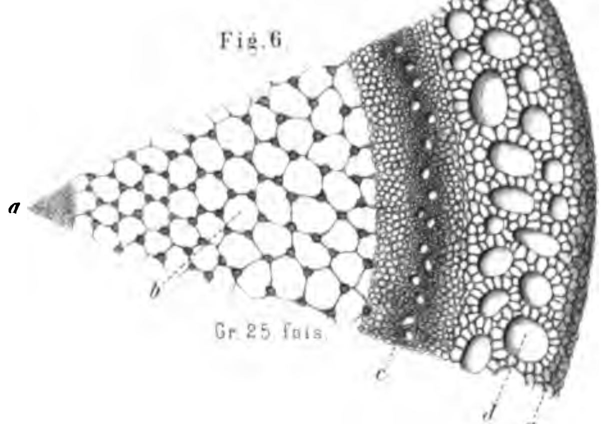
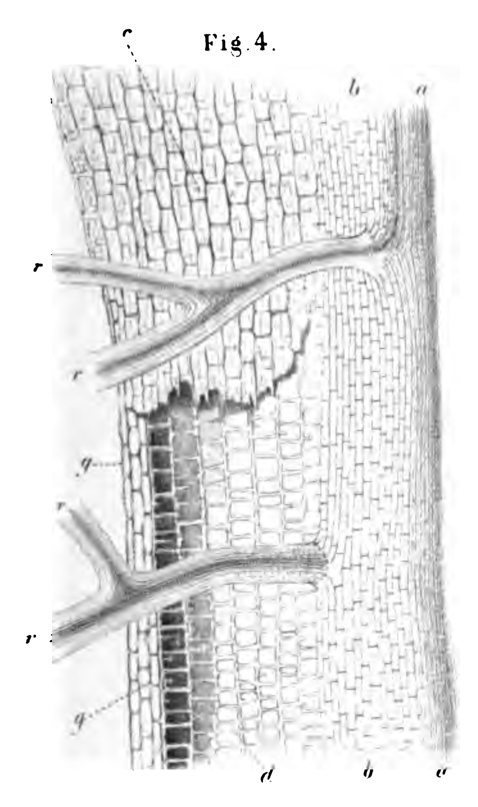
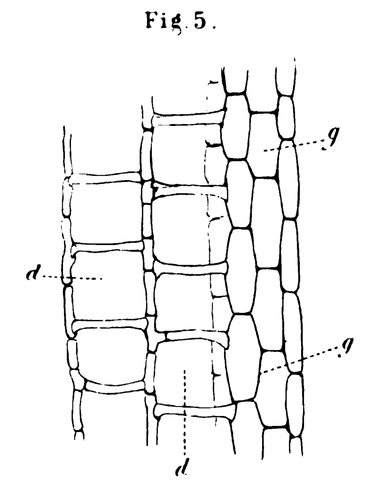


Fig. 4.



Gr. 25 fois.

Fig. 5.



Gr. 80 fois.

Anatomie des racines et de la tige du Jussiaea repens.

DE L'HERBIER

CONNU SOUS LE NOM

D'HERBIER MAGNOL,

Par M. Henri LORET.

Tous les botanistes qui ont quelque souci des gloires scientifiques de Montpellier ont entendu parler de l'herbier Magnol. Il en est peu néanmoins qui l'aient vu et qui sachent ce qu'on a nommé et ce qu'on nomme encore ainsi. Il était difficile en effet, naguère, d'en avoir une juste idée; car cet herbier, qui ne comprend pas en tout mille espèces, était disséminé depuis longtemps dans le grand herbier de M. Bouschet-Doumenq, acquis, il y a une vingtaine d'années, par Dunal, pour la Faculté des sciences.

A la demande de M. Gervais, doyen de cette Faculté, nous entreprîmes, pendant l'hiver de 1864, avec M. Barrandon et un autre de nos amis, M. Richter, de reconstruire cet herbier, qui porte au bas d'une partie de ses feuilles le mot MAGNOL, inscrit par un de ses anciens possesseurs.

En quoi consiste cet herbier, attribué par tout le monde jusqu'à présent à Magnol, et qui renferme, comme nous l'avons dit, près de mille espèces de plantes? Il y a là deux parts tranchées. Une portion minime consiste en échantillons mal préparés et mal conservés, qui flottent dans des feuilles doubles de papier gris. Là se trouvent également, libres ou attachées par des épingles, des étiquettes grossières portant presque toujours les phrases des *Institutiones* de Tournefort. La portion remarquable de l'herbier est composée de plantes bien préparées, étalées avec soin sur des feuilles simples d'un papier grand-raisin très-remarquable. La partie supérieure des échantillons y a été collée proprement au moyen d'une substance gommeuse, et

la partie inférieure de la tige ou du rameau est cousue au papier avec une belle soie verte. Les phrases du *Botanicum* sont inscrites, d'une belle écriture, sur le papier même, en tête de chaque feuille. Nulle transposition, par suite, n'a été possible, puisque les étiquettes et les plantes adhèrent inséparablement au papier lui-même. Ces belles plantes, ce papier de luxe, cette écriture magistrale, nous plaisaient, et, comme le prisme du désir montre toujours les choses telles qu'on veut les voir, il nous semblait voir ici partout, en commençant nos recherches, la main du grand Magnol. Cette illusion, partagée par tant d'autres, ne devait point durer, et nous allons exposer sommairement les raisons principales qui ont transformé nos premières convictions et qui nous paraissent de nature à produire le même effet sur tout le monde.

Il y a dans cet herbier plusieurs graves erreurs en opposition avec le *Botanicum*, et qu'il est impossible d'attribuer à l'auteur de ce livre. Nous n'en citerons, pour être court, qu'un très-petit nombre. On trouve là, sous le nom de *Cicuta major* C. B., un *Antriscus vulgaris*, que Magnol connaissait parfaitement, puisqu'il le nomme avec Bauhin *Myrrhis sylvestris*, etc. (*Bot. Monspel.*, pag. 181.) C'est un *Anthemis arvensis*, et non le *Cotula*, qu'on a collé sous le nom de *Chamœmelum fœtidum* (*pinax*), *Cotula fœtida* (*Adv. bot.*, pag. 61). Avec le nom *Marrubium nigrum*, etc. (*Bot.*, pag. 174), qui répond au *Ballota fœtida*, se trouve un *Marrubium vulgare* L., *Marrubium album vulgare* de Bauhin et de Magnol. On voit dans cet herbier, préparé et étiqueté par la même main, un Ail superbe qui n'était point connu ici encore du temps de Magnol, et dont le nom, par suite, ne se trouve point au *Botanicum*; nous voulons parler de l'*Allium nigrum* L., *A. Monspessulanum* Gouan, qui n'a paru dans les champs de Montpellier que vers l'époque où vivait l'auteur du *Flora monspeliaca*, et que les soins donnés aux cultures semblent en avoir banni aujourd'hui pour toujours. Nous terminerons cette nomenclature, que nous pourrions allonger beaucoup, en faisant observer que le mot *Helychrysum* est écrit sans *h* dans l'herbier, et par un *H* au *Botanicum*.

Arrivons maintenant aux arguments principaux et malheureusement irréfutables sur lesquels repose notre thèse. L'auteur de l'herbier a écrit en tête d'un *Silene conica* collé et attaché avec soin: *Prioris varietas ex Petro Magnol*

doctore Monspeliensi. Ailleurs on lit au-dessus de l'*Erodium petræum* du pic Saint-Loup: *Geranium petræum radice crassa* CLARISS. DNI MAGNOL *in Bot. Monsp.*, etc. Enfin, sur une feuille où sont collés pêle mêle deux pieds de *Linaria rubra* et trois de *L. origranifolia*, on lit: *Antirrhinum saxatile folio serpylli Caspari Bauhini in prod.*, *in Bot. Monsp.* CLARISS. DNI MAGNOL *cura exacte depictum*. On reconnaît ici sans peine l'impossibilité que Magnol se fût cité et qualifié lui-même de cette façon.

Ce n'est pas tout. Le beau papier grand-raisin auquel adhèrent toutes ces plantes nous paraissant postérieur à l'époque de Magnol, qui écrivait le *Botanicum* en 1676 et mourut en 1715, nous le soumîmes à un papetier compétent de Montpellier, qui fut de cet avis, et jugea qu'un pareil papier ne pouvait remonter à plus d'un siècle. Non content de cette appréciation, nous adressâmes une feuille dépourvue de plantes au directeur du *Journal des Papetiers*, à Paris, en lui soumettant nos doutes. L'expert, que nous considérions comme le plus compétent en cette matière, nous répondit, après avoir confronté notre papier avec des échantillons nombreux et d'une date certaine : «Le papier dont vous m'adressez une feuille me paraît avoir été fabriqué vers l'an 1762. A en juger par le raisin, je puis presque affirmer que je me trompe à peine de deux ou trois ans au plus ; car le raisin qui se trouve filigrané dans la feuille n'a fait son apparition, au moins dans cette forme, que vers l'année indiquée. L'aspect général du papier indique, du reste, le genre de fabrication du milieu du siècle dernier.»

Nous pouvons en toute sécurité conclure de ce qui précède que l'herbier attribué à Magnol est de beaucoup postérieur à l'époque où vivait cet illustre botaniste, et que, par conséquent, il n'a jamais été son œuvre, ni n'a pu lui appartenir.

Maintenant, pour ce qui est de la partie minime (70 à 80 plantes), composée de fragments mal préparés, ordinairement enfermés avec leurs mauvaises étiquettes entre des feuilles de papier gris, qu'en dirons-nous? Tout cela est l'œuvre d'un homme moins habile, pour ce qui est de la connaissance des espèces, que l'auteur du grand herbier, et ne peut être attribué à l'auteur du *Botanicum Monspeliense*. Il y a là, en effet, de notables erreurs qu'il serait trop long de détailler ici. Un fait, décisif d'ailleurs, atteste que l'auteur de ce chétif herbier est devenu possesseur de l'herbier principal; il y a inscrit sou-

vent, en effet, des phrases de Tournefort qu'on lit sur les mauvaises étiquettes du petit herbier, et il a même biffé parfois et remplacé, de son incorrecte écriture, plusieurs mots des phrases inscrites antérieurement sur les feuilles du grand herbier.

Nous croyons avoir démontré que l'herbier qualifié de *précieux herbier Magnol*, dans les écrits les plus récents des botanistes de Montpellier, n'est point l'œuvre de notre grand botaniste. Mais on nous demandera peut-être quelle est l'origine de cet herbier, et s'il est possible d'en connaître l'auteur. Nous devons avouer que nos recherches à cet égard ont été trop superficielles pour nous donner des convictions sérieuses. Pour ne parler ici que du grand herbier, qui est le plus important, la date certaine de la fabrication du papier et la présence de l'*Allium nigrum*, inconnu à Montpellier au XVIIe siècle, mettent hors de cause, non-seulement Pierre Magnol, mais le Dr Chirac, auquel on a pensé, et tous leurs contemporains. Il faut sans doute rechercher l'auteur de cet herbier parmi les botanistes qui vivaient vers le milieu du siècle dernier. En supposant qu'Antoine Magnol, qui succéda à son père et qui fut longtemps doyen de la Faculté de médecine, n'en soit pas l'auteur, il nous paraît vraisemblable au moins qu'il a dû en être le possesseur. Ainsi s'expliquerait effectivement la présence du nom de Magnol, inscrit autrefois par M. Bouschet-Doumenq au bas d'un grand nombre des feuilles de cet herbier, ainsi que la tradition qui l'attribuait à l'auteur du *Botanicum Monspeliense*. On comprend, dans cette hypothèse, qu'un herbier ayant appartenu à Magnol fils ait porté le nom de son propriétaire, et que la postérité ait continué plus tard à le nommer *Herbier de Magnol*, sans savoir qu'elle n'avait là que l'herbier d'Antoine Magnol, au lieu de celui de son illustre père.

Quoi qu'il en soit, ce ne sont là que des présomptions, et nous ne pouvons rien affirmer à cet égard. Il nous suffit d'ailleurs d'avoir démontré notre principale thèse, et nous terminerons en ajoutant que cette collection, quoique bien moins précieuse qu'on ne l'a pensé jusqu'à présent, mérite néanmoins de figurer à part et d'être étudiée avec soin par les botanistes de Montpellier.

EXTRAIT DES PROCÈS-VERBAUX

DES SÉANCES DE LA

SECTION DES SCIENCES.

SÉANCE DU 11 JANVIER 1864.

Action des agents réducteurs sur l'Acide nitrosalicylique,

par M. A. MOITESSIER.

Il résulte des recherches de M. Moitessier que l'acide nitrosalicylique, soumis à l'influence des agents réducteurs, donne des produits de transformation variables avec la nature des corps réducteurs dont on fait usage. L'emploi du sulfhydrate d'ammoniaque donne naissance à une matière résineuse rouge qui contient du soufre et de l'azote au nombre de ses éléments; l'auteur n'a pu réussir à obtenir cette substance à l'état de pureté; plusieurs analyses effectuées sur des produits provenant de diverses préparations ont donné des résultats trop discordants pour permettre d'en déduire aucune formule certaine.

L'amalgame de sodium réagit plus nettement sur l'acide nitrosalicylique et le transforme en un nouvel acide, auquel l'auteur donne le nom d'acide *amidosalicylique;* sa composition est représentée par la formule $C^7H^5(NH^2)O^3$. L'équation suivante rend compte de sa formation :

$$\underset{\text{acide nitrosalicylique}}{C^7H^5(NO^4)O^3} + 6H = \underset{\text{acide amidosalicylique}}{C^7H^5(NH^2)O^3} + 2HO \quad ^1$$

Cet acide se présente sous la forme d'une poudre rouge foncé, insoluble dans l'eau, très-peu soluble dans l'alcool et l'éther. Il forme avec les bases alcalines des combinaisons incristallisables, très-solubles dans l'eau; les sels de plomb, de baryte et d'argent sont insolubles.

1 C = 12, O = 16,

L'acétate ferreux paraît exercer sur l'acide nitrosalicylique une action semblable à celle que produit l'amalgame de sodium; mais la difficulté d'isoler du mélange le produit de la réaction n'a pas permis à l'auteur d'en compléter l'étude.

Sépulture attribuée à l'âge de la Pierre observée entre Castries et Baillargues (Hérault), par M. Paul Gervais.

M. Gervais présente des débris de squelettes retirés de cette grotte, et entre autres un crâne indiquant un type de race blanche à tête brachicéphale et sans trace de prognatisme. Des couteaux en silex taillés et un grand nombre de petits corps en carbonate de chaux, taillés en disques percés au centre ou en pendeloque, ainsi que des fragments de poteries grossières, ont été recueillis en même temps. Quant aux ossements d'animaux, ils se rapportent tous à des espèces encore existantes dans le pays. (Voir les *Mémoires de la section des sciences*, 1864.)

Le Vin est-il le résultat de l'action d'un ferment unique? par M. A. Béchamp.

Il est admis que le ferment qui se développe dans la fermentation vineuse possède tous les caractères et toutes les propriétés de la levûre de bière, qu'il est semblable à celle-ci, et que ses globules offrent au microscope le même aspect, etc. M. Béchamp partageait cette opinion, et, dans une Note récente sur la fermentation vineuse, il avait attribué l'apparition d'autres organismes à une action secondaire de l'air sur le produit fermenté. Mais il s'est assuré cette année que, normalement et indépendamment des organismes étrangers qui naissent dans le vin et dans le *chapeau* des cuves en fermentation, le moût et le raisin qui fermentent à l'abri de l'air contiennent au moins deux ferments très-distincts. L'un est plus ou moins semblable à la levûre de bière, mais en globules ovoïdes de moindre dimension; l'autre est formé de globules de forme allongée, dont le grand diamètre égale souvent dix fois la longueur du petit, et qui, au lieu de granulations nombreuses, ne contiennent qu'un petit nombre de noyaux. Indépendamment de ces deux organismes, il y en a un troisième formé de globules sphériques beaucoup plus petits. Un dessin fait à la chambre claire et représentant ces divers ferments est présenté par l'auteur.

Pour bien établir ce fait, M. Béchamp a répété cette année ses expériences de l'an dernier, et sur dix fermentations faites avec des raisins de variétés diverses (aramon, terret noir, terret bourret, aspiran, mourastel, carignan, piquepoul gris, piquepoul noir, clairette), provenant de différents points du département de l'Hérault, il a constamment observé que le ferment qui se développe n'est pas unique; la quantité des ferments allongés lui a même paru au moins égale à celle des organismes qui ressemblent le plus à la levûre que l'on considère comme le ferment alcoolique. L'auteur avait opéré en vase clos, sur des masses de 2 à 5 litres; l'air n'était intervenu que pendant le temps nécessaire pour introduire le raisin foulé dans les appareils, et dans chacun de ceux-ci il n'était resté

qu'un volume d'air tout au plus égal au dixième du volume total. Pendant une fermentation faite sur 700 litres de raisin dans le cellier de M. Saintpierre, dans les conditions usuelles des fermentations industrielles, mais à l'abri de l'air, il a vu les mêmes productions apparaître et de la même façon. On a noté avec soin que dans cette opération, qui a duré du 12 septembre au 14 novembre, le *chapeau* avait conservé une couleur vive et franche, n'était pas devenu blafard et n'avait contracté aucune odeur étrangère à celle du bon vin.

M. Béchamp discute les conséquences qui découlent de cette observation, et conclut que le vin est le résultat de fermentations multiples et simultanées, et que par conséquent le phénomène de la fermentation vineuse est plus complexe que celui de la fermentation alcoolique ordinaire, puisqu'il est le résultat de l'acte physiologique de la vie (assimilation et désassimilation) d'au moins deux ferments se développant et se multipliant parallèlement dans le milieu fermentescible. Quant à l'origine de ces ferments, il pense que des germes, spores ou œufs, adhèrent aux grains et aux rafles du raisin, et qu'ils se développent en même temps que les germes que l'air apporte dans le milieu. Bien que ses expériences ne portent que sur des vendanges du Languedoc, l'auteur ne croit pas trop s'avancer en espérant que l'on trouvera les mêmes choses dans les autres vignobles.

Recherches spectrométriques, par M. É. Diacon.

L'auteur revient, pour les compléter, sur les résultats qu'il a obtenus en étudiant les spectres des combinaisons métalliques. En ne tenant compte que des phénomènes qui se produisent dans les flammes, le même métal peut donner jusqu'à cinq spectres différents; c'est ainsi qu'avec le baryum, par exemple, il apparaît des lignes brillantes diversement disposées, suivant que ce métal est combiné avec l'oxygène, le chlore, le brome ou le fluor. (Voir les *Mémoires de la Section des sciences*, 1864.)

Sur la Force électromotrice de polarisation, par M. Crova. (Extrait d'une lettre à M. Gervais.)

L'auteur répond d'abord à la réclamation de priorité faite par M. Raoult, dans les *Annales de chimie et de physique*, à propos d'un travail *Sur les lois de la force électromotrice de polarisation* paru depuis peu dans ce recueil, mais que M. Crova avait présenté à l'Académie de Montpellier dans sa séance du 15 avril 1862. Deux documents sont invoqués par M. Raoult : une Note insérée aux *Comptes-rendus hebdomadaires* (21 février 1859), mais qui se réduit aux mots suivants : « M. Raoult soumet au jugement de l'Académie une Note sur un nouveau procédé appliqué à l'étude des forces électromotrices ; » et la thèse publiée par ce physicien *Sur l'étude des forces électromotrices des éléments voltaïques*, soutenue seulement le 13 mai 1863. Après avoir fait remarquer que le premier ne peut donner aucune indication sur le procédé employé par M. Raoult, et que la seconde

est postérieure de plus d'une année à la thèse sur le sujet indiqué plus haut, qu'il a soutenue lui-même devant la Faculté des sciences de Montpellier, le 12 avril 1862, M. Crova ajoute qu'il ne saurait accepter une revendication aussi peu fondée, et il passe à une discussion rapide de quelques-uns des résultats que M. Raoult et lui ont obtenus en traitant des sujets qui présentent en effet beaucoup d'analogie.

Il compare ensuite les commutateurs de rotation qu'ils ont employés l'un et l'autre, et termine ainsi : «J'ai dit que nos expériences m'ont permis de constater qu'il y a toujours polarisation quand on fait passer un courant dans un liquide au moyen de deux lames métalliques ; M. Raoult est arrivé, de son côté, au même résultat dans les limites de ses expériences. M. Dubois-Raymond a eu assez souvent l'occasion de constater ce principe, que j'ai énoncé après lui, comme j'ai pu m'en convaincre après la publication de ma thèse. D'après lui, il n'y aurait défaut de polarisation que dans le cas d'électrodes en zinc amalgamé plongeant dans une solution de sulfate de zinc, et encore ce dernier résultat n'est-il pas entièrement d'accord avec les expériences que je fais en ce moment, et que je me propose de publier bientôt.»

SÉANCE DU 15 FÉVRIER 1864.

Sur le maximum de solubilité du Sulfate de soude, par M. É. Diacon.

Le sulfate de soude dissous dans l'eau pure présente, ainsi que l'a démontré Gay-Lussac, un maximum de solubilité vers 33° ; l'auteur a étudié l'influence exercée sur la solubilité de ce sulfate par la présence de sels ne pouvant réagir chimiquement avec lui ; en opérant toujours avec un excès des sels employés, il a reconnu que, en présence du sulfate de magnésie ou du sulfate de cuivre, la courbe de solubilité du sulfate de soude présente encore un maximum, mais plus faible, et à une température inférieure à 33°, surtout avec le sulfate de magnésie. Il est à remarquer que les courbes de solubilité des sulfates de cuivre et de magnésie, qui sont régulières lorsque ces sels sont dissous dans l'eau pure, cessent de l'être en présence du sulfate de soude, et présentent un minimum qui ne coïncide pas avec le maximum de solubitité de ce dernier sel. (Voir les *Mémoires de la Section des sciences*, 1864.)

Sur une généralisation de la formule de Taylor, par M. Édouard Roche.

Le théorème qui fait connaître le rapport des accroissements finis de deux fonctions

$$\frac{f(a+h)-f(a)}{\varphi(a+h)-\varphi(a)}=\frac{f'(a+\theta h)}{\varphi'(a+\theta h)}$$

peut être généralisé de manière à donner non-seulement le développement connu sous le nom de série de Taylor, mais encore l'expression générale du reste ou terme complé-

mentaire de cette série. En effet, il est aisé d'en déduire l'expression du rapport suivant

$$\frac{f(a+h)-f(a)-hf'(a)-\ldots-\frac{h^n}{1.2\ldots n}f^n(a)}{\varphi(a+h)-\varphi(a)-h\varphi'(a)-\ldots-\frac{h^q}{1.2\ldots q}\varphi^q(a)},$$

on trouve que ce rapport est égal à

$$\frac{1.2\ldots q}{1.2\ldots n}(h-\theta h)^{h-q}\frac{f^{n+1}(a+\theta h)}{\varphi^{q+1}(a+\theta h)},$$

θ étant un nombre inconnu compris entre 0 et 1. On a ainsi une formule dont le théorème de Cauchy n'est qu'un cas particulier.

En donnant à la fonction arbitraire φ telle forme que l'on veut, on obtient tout autant d'expressions de la différence

$$f(a+h)-f(a)-hf'(a)-\ldots-\frac{h^n}{1.2\ldots n}f^n(a)=R_n$$

c'est-à-dire tout autant de formes du reste de la série de Taylor arrêtée au terme en h^n. Il va sans dire que les fonctions f et φ et leurs dérivées sont supposées continues, et de plus on admet que $\varphi^{q+1}(x)$ ne s'annule pas entre a et $a+h$.

Si l'on prend, par exemple, $\varphi(x)=(x-a)^{q+1}$, $(q+1)$ étant positif, on trouve

$$R_n=\frac{h^{n+1}(1-\theta)^{n-q}}{1.2\ldots n(q+1)}f^{n+1}(a+\theta h),$$

formule que j'ai donnée dans le Journal de M. Liouville, 1858, et qui reproduit pour $q=n$ et pour $q=0$, la forme ordinaire du reste et celle de Cauchy.

En prenant $\varphi(x)=(x-a)^{q+\varepsilon}$, et notamment pour $\varepsilon=\frac{1}{2}$, on obtient de nouvelles expressions du reste qui ne sont pas sans intérêt.

Quand on fait $q=0$ dans la formule générale, on retrouve celle de Schlömilch

$$R_n=\frac{\varphi(a+h)-\varphi(a)}{\varphi'(a+\theta h)}\;\frac{(h-\theta h)^n}{1.2\ldots n}f^{n+1}(a+\theta h),$$

qui est remarquable par sa généralité, bien qu'elle ne soit qu'un cas très-particulier de la nôtre.

Enfin, si l'on prend $\varphi(x)=f^n(x)$, $\varphi'(x)=f^{n+1}(x)$, et cela est permis lorsque, dans l'intervalle de a à $a+h$, $f^{n+1}(x)$ ne devient pas zéro, ou en d'autres termes lorsque dans cet intervalle $f^n(x)$ varie toujours dans un même sens, on a

$$R_n=\frac{h^n(1-\theta)^n}{1.2\ldots n}[f^n(a+h)-f^n(a)],$$

expression qui a l'avantage de fournir immédiatement une limite supérieure du reste indépendante du nombre inconnu θ.

Sur les lois de la variation de la force électromotrice des Piles à un liquide, par M. Crova. (Extrait d'une lettre à M. Gervais.)

L'étude des lois de la variation de la force électromotrice de polarisation a été le sujet d'une thèse que j'ai soutenue, le 12 avril 1862, devant la Faculté des sciences de Montpellier. Le sujet du travail que j'ai l'honneur de présenter aujourd'hui à l'Académie, est l'application de ces lois à la théorie des piles à un liquide.

Soit une pile composée de deux lames, zinc amalgamé et platine, plongeant dans l'acide sulfurique étendu; on sait que lorsque le circuit est fermé, l'hydrogène se dégage sur la lame positive. Soit p la force électromotrice inverse ainsi développée; $A - p$ sera celle de la pile, et d'après la formule de Ohm on aura :

$$I = \frac{A - p}{R + H}.$$

Mais j'ai démontré que p a une valeur variable, fonction de I, et de la forme :

$$p = C - Ne^{-\alpha I}.$$

Donc:

$$I = \frac{A - C + Ne^{-\alpha I}}{R + H} = \frac{B + Ne^{-\alpha I}}{R + H}.$$

De cette formule, on peut tirer H en fonction de I.

Lorsque I atteint des valeurs suffisamment grandes, le terme en $e^{-\alpha I}$ s'annule, et l'on peut obtenir facilement, dans ces conditions, la valeur de R et des autres constantes.

J'ai vérifié l'exactitude de cette formule; et l'accord entre les résultats de l'observation et ceux que l'on calcule à l'aide de la formule, est aussi parfait qu'on peut le désirer, les différences n'atteignant que quelques millièmes en valeur relative.

Sur la séparation du Cuivre à l'état de sulfure, par M. É. Diacon.

Lorsqu'on veut doser le cuivre par la méthode de M. Rivot, il faut précipiter le cuivre à l'état de sulfure, ce qui rend ce procédé difficilement applicable, une partie du cuivre passant bien souvent dans la liqueur pendant le lavage du précipité. L'auteur est parvenu par un artifice très-simple à obvier à cet inconvénient. Il suffit, en effet, de précipiter le cuivre par un courant rapide d'hydrogène sulfuré dans une liqueur bouillante et peu acide, pour obtenir un sulfure aggloméré, qui se dépose très-vite, n'adhère pas au filtre, et qui, par suite de sa moindre division, a moins de tendance à s'oxyder. Le lavage, fait à l'eau bouillante, est des plus rapides. Les nombreux dosages de cuivre que l'auteur a dû faire dans son travail *Sur les solubilités des mélanges salins*, lui ont permis de constater un grand nombre de fois qu'il est facile, en opérant ainsi, d'obtenir une séparation complète.

La Zymase existe toute formée dans le tissu de la levûre de bière; elle n'est pas seulement un produit de sécrétion, par M. A. Béchamp.

Mitscherlich a supposé que la transformation du sucre de canne en sucre fermentescible par l'action de la levûre de bière « n'est pas due aux globules du ferment, mais à une matière soluble dans l'eau avec laquelle ils sont mélangés.» D'après cet illustre chimiste, « les globules de ferment bien lavés avec de l'eau sont entièrement dépourvus de cette propriété.» M. Pasteur a même admis que la levûre ne possédait pas par elle-même la faculté d'intervertir le sucre de canne, mais que ce dernier composé était directement fermentescible, et que si durant la fermentation alcoolique il se formait du glucose, cela tenait à l'acide succinique qui se développe dans cette fermentation. Mes recherches sur l'action que les moisissures qui se développent dans l'eau sucrée exercent sur le sucre de canne, contredisaient absolument ces deux manières de voir, dont l'une est antérieure, l'autre postérieure à la publication de mon mémoire. Pour prouver que les globules de levûre possèdent en eux-mêmes, comme les moisissures de l'eau sucrée, la faculté d'intervertir le sucre de canne, je me suis servi de levûre de bière absolument débarrassée des matières solubles adhérentes par un lavage qui n'a pas duré moins de douze heures. On verra plus loin comment on peut s'assurer que ce lavage est complet. Les globules de cette levûre, pris au moment de la fin du lavage, étant broyés avec cinq fois leur poids de sucre de canne, le transforment instantanément, et, dans le mélange délayé dans l'eau et rapidement filtré, le sucre achève de s'intervertir, à froid, dans l'intervalle de quelques heures, de façon qu'à la fin la liqueur ne contient plus que du sucre directement fermentescible. Si les globules lavés sont exprimés dans du papier buvard pour absorber l'eau interposée, la levûre presque sèche que l'on obtient étant broyée avec cinq à six fois son poids de sucre de canne, donne un mélange mou : les parties liquides et solubles des globules s'en échappent par un effet d'endosmose, liquéfient le sucre, et celui-ci, au bout de quelques heures, si l'on délaie dans l'eau et filtre, se trouve totalement interverti. Il suffit de mêler un peu de levûre ainsi lavée avec du sucre de canne, dans un tube d'essai, avec un peu d'eau, pour constater séance tenante, par la réaction de Frommhertz, la formation du glucose. La levûre contient donc dans son tissu, et tout formé, le ferment soluble que j'ai nommé *zymase*. Il suffit de chauffer la levûre à 90 degrés, de même que son infusion, pour que l'une et l'autre perdent absolument le pouvoir d'intervertir le sucre de canne. Mais tant que les globules continuent de vivre, ils conservent le pouvoir d'opérer cette inversion, parce que pendant toute cette durée ils gardent la faculté de produire la zymase dans leur tissu. Cette propriété existe même encore dans la levûre qui, pour employer le langage vulgaire, se putréfie ; de telle sorte que cette levûre, qui en se dévorant elle-même expulse au dehors sous forme de matériaux désassimilés la presque totalité de ses tissus désorganisés, n'en conserve pas moins, comme nous le verrons, la propriété de transformer le sucre de

canne en glucose, et même de produire le phénomène que l'on nomme fermentation alcoolique.

La levûre de Bière est insoluble parce qu'elle est organisée, par M. A. Béchamp.

On considère volontiers la levûre de bière comme une matière absolument insoluble qui ne manifesterait son activité que dans le milieu fermentescible. En effet, la levûre étant lavée à l'eau froide, une fois que les matériaux adhérents et qui proviennent du milieu où elle est née ont été enlevés, ne cède presque rien au dissolvant. C'est ce fait qui, sans doute, est la cause que l'on a comparé cette substance à un corps inerte plus ou moins semblable à un précipité insoluble que les lavages débarrassent facilement des parties solubles pris au milieu où il s'était formé. Mais cette insolubilité reconnaît une autre cause, et n'est nullement comparable à celle des corps naturellement insolubles, comme le quartz, le sulfate de baryte, la fécule, le ligneux, etc. La levûre est insoluble parce qu'elle est organisée.

En tant qu'être organisé la levûre est en effet d'une absolue insolubilité, pourvu qu'elle soit placée dans un milieu convenable. Le globule sanguin est insoluble dans le sérum et dans certaines autres dissolutions : dans l'eau il ne se dissout partiellement que parce qu'il se détruit. La levûre de bière est une cellule, un globule qui contient dans son tissu des matériaux actuellement solubles ; mais sa nature d'être vivant s'oppose à ce que ces matériaux s'échappent au dehors lorsqu'on la délaie dans l'eau ; la fait résister à la destruction, absolument comme la grenouille qui, vivant dans l'eau, ne perd aucun des matériaux de son sang ou de ceux qui baignent ses autres tissus. D'après cela on comprend quel est le genre d'insolubilité que possède la levûre. Lorsque l'eau dans laquelle elle séjourne se charge de matériaux solubles, ce n'est pas la levûre qui se dissout ; le phénomène est bien plus complexe.

La levûre de bière étant un être organisé vivant, si elle est abandonnée à elle-même, doit être forcée, pour vivre, de dévorer ses propres tissus, sauf celui qui limite son être, ainsi qu'il arrive à tous les êtres organisés. L'orge qui germe vit d'abord aux dépens de sa propre substance. Il en est de même de la levûre, dès-lors elle doit produire ce qu'elle a une fois produit, tant qu'il y a en elle des matériaux transformables.

Dans l'étude des produits de la fermentation, on s'évertue à démontrer que ces produits viennent de la matière fermentescible, c'est-à-dire que l'alcool, l'acide carbonique, l'acide acétique, l'acide succinique. la glycérine, etc., viennent du sucre exclusivement ; et même quand on dit que la fermentation est un phénomène corrélatif d'un acte vital, on ne tient pour rien, dans l'interprétation du phénomène, les autres produits, parce qu'on ne peut pas les faire dériver du sucre. Cette manière étroite de considérer la levûre de bière et son mode d'agir est sans doute la cause de la méprise dans laquelle est tombée Mitscherlich, pour qui cette substance était pourtant bien un être organisé ; elle est

aussi la cause pour laquelle on lui a attribué une si petite part dans la génération des produits de la fermentation alcoolique. Pour moi, l'acide phosphorique et les phosphates qui se dégagent pendant cette fermentation, en sont des produits nécessaires, des produits de désassimilation, au même titre que l'acide carbonique et l'alcool, ou que l'acide acétique et le succinique. En effet, si la levûre est abandonnée dans l'eau à une température convenable, elle vit, mais aux dépens d'elle-même, forme de l'alcool, de l'acide acétique, du carbonique, du succinique, expulse divers autres produits organiques, parmi lesquels la zymase et de l'acide phosphorique en partie libre, en partie à l'état de phosphate. Je reviendrai sur la plupart de ces produits, pour le moment je ne veux avoir égard qu'à l'élimination de l'acide phosphorique, on verra pourquoi.

Preuve directe que la Levûre a une résistance vitale. Épuisement de la levûre; par M. A. Béchamp.

Je me suis proposé de déterminer jusqu'à quel point la levûre peut conserver la faculté d'engendrer la zymase, c'est-à-dire le ferment soluble qui saccharifie le sucre de canne, et celle d'opérer la fermentation dite alcoolique. Il est difficile, en dehors de l'analyse organique, d'avoir une mesure du degré de l'épuisement de la levûre, attendu que l'on ne connaît qu'imparfaitement la nature des produits qu'elle contient ou qu'elle engendre pendant les manifestations de sa vie. Toutefois j'ai pensé que l'un des éléments minéraux qu'elle fournit lorsqu'on l'incinère, l'acide phosphorique, pourrait me servir à déterminer à la fois son degré d'épuisement et sa résistance vitale, c'est-à-dire sa résistance à la destruction ou à la mort. De plus, la vie de la levûre devant résider dans la cellule, l'enveloppe qui limite son être, j'ai pensé que tant que cette cellule ne serait pas détruite ou morte, la levûre continuerait de vivre, c'est-à-dire de manifester cette vie par les actes chimiques qui la caractérisent, mais dans certains cas, comme celui qui va être rapporté, à la façon d'un animal dans l'état d'inanition, savoir : en s'épuisant. Or, comme je vais essayer de le faire voir, cet épuisement peut être poussé très-loin sans que la levûre cesse pour cela de vivre et, par suite, sans cesser de manifester cette vie par des phénomènes chimiques apparents.

Mitscherlich a analysé les cendres de la levûre; de cette analyse on conclut que 100gr de levûre sèche contiennent les éléments de 4gr28 d'acide phosphorique anhydre. Mais cette analyse ne démontre pas que cette substance organisée contienne vraiment de l'acide phosphorique actuellement formé. L'infusion de levûre est toujours acide, sans doute, et l'on pourrait attribuer cette acidité à l'acide phosphorique, si elle ne contenait en même temps d'autres acides. Pour s'assurer que la levûre contient actuellement l'acide phosphorique et des phosphates préformés, on fait bouillir cette levûre bien lavée avec une grande quantité d'eau distillée; elle périt alors et abandonne au milieu divers produits, et parmi ceux-ci de l'acide phosphorique que l'on peut doser par le procédé que je dé-

taillerai dans mon mémoire. On trouve ainsi que 100gr de levûre sèche laissent dégager tout à coup 2gr,8 à 3gr,1 d'acide phosphorique, dont une partie est à l'état de liberté.

Mais si la levûre abandonne de grandes quantités d'acide phosphorique à la température de 100 degrés, il n'en est pas de même si on la fait séjourner dans l'eau froide ou même dans l'eau à 30 ou 40 degrés; dans ces circonstances, elle n'abandonne l'acide phosphorique et d'autres matériaux que peu à peu. Si l'on renouvelle l'eau toutes les vingt-quatre heures, et si l'on dose l'acide phosphorique dans la liqueur de chaque lavage, on trouve que la quantité de cet acide, peu abondante dans les premiers traitements, va en augmentant dans les suivants, pour atteindre rapidement un maximum au-delà duquel la quantité décroît, pour tendre vers zéro. L'expérience suivante donnera l'idée de la marche de cet épuisement.

En premier lieu j'ai déterminé la quantité d'acide phosphorique qui pouvait se trouver dans les matières qui adhèrent à la levûre et qui l'imprégnent. 500 gram. de levûre de brasserie, en pâte et récente, furent délayés dans l'eau et lavés sur le filtre. La levûre étant bien égouttée il y avait quatre litres d'eau de lavage. Dans cette liqueur, l'acide phosphorique a été dosé par le procédé qui a été appliqué aux dosages suivants :

Acide phosphorique anhydre trouvé..........0gr,095

Ce résultat est constant; 500 gram. de levûre en pâte, représentant environ 100 gram. de levûre sèche, ne cèdent à l'eau que moins d'un décigramme d'acide phosphorique. Rien n'empêche d'admettre que cet acide provient du milieu dans lequel cette levûre s'est développée et qui l'imprégnait extérieurement.

280 gram. de cette même levûre lavée, contenant 48gr,2 de levûre séchée à 100 degrés, sont introduits dans un appareil spécial avec 1600cc d'eau bouillie et refroidie jusqu'à 40 degrés dans un courant d'acide carbonique. Toutes les 24 heures on décantait l'eau et on la renouvelait par une égale quantité, dans les mêmes conditions. Tous les lavages ont été ainsi faits à l'abri de l'air, dans une atmosphère d'acide carbonique. L'appareil était placé dans un lieu chaud, dont la température pouvait varier de 20 à 30 degrés.

Huit lavages ainsi conduits ont fourni les résultats suivants :

1er	lavage. — Acide phosphorique anhydre......	0gr,056
2e	— —	0gr,073
3e	— —	0gr,074
4e	— —	0gr,076
5e	— —	0gr,546
6e	— —	0gr,444
7e	— —	0gr,371
8e	— —	0gr,190
	Acide phosphorique, total...........	1gr,630

Ces nombres paraissent significatifs. Si la levûre de bière n'était qu'un précipité inerte, que l'acide phosphorique y fût dans la masse à la façon de l'eau-mère dans un précipité, les lavages devraient enlever le maximum de matériaux solubles dans les premières opérations, et la quantité de ces matériaux diminuer de plus en plus, de telle façon qu'en comptant le nombre des lavages sur l'axe des abscisses, les ordonnées correspondantes, qui représentent la quantité de matière dissoute, iraient en décroissant et la ligne qui joint les extrémités des ordonnées en s'inclinant vers l'axe des abscisses. Mais si à l'aide des nombres précédents on construit la courbe représentant les quantités d'acide phosphorique correspondantes aux lavages successifs, on voit que du premier au quatrième lavage la courbe s'élève très-lentement, et du deuxième au quatrième inclusivement se confond sensiblement avec une parallèle à l'axe des abscisses, puisqu'elle se relève brusquement à partir du cinquième jusqu'au sixième inclusivement, où l'ordonnée atteint son maximum, puis décroît, d'abord plus lentement, pour tendre vers zéro. En d'autres termes, la levûre résiste d'abord, puis tout à coup sa résistance diminue, et elle abandonne une grande quantité de ses matériaux désassimilés, ce dont on juge par le poids de l'acide phosphorique éliminé qui atteint tout à coup un poids presque quintuple et sextuple du précédent, après quoi la quantité éliminée va naturellement en diminuant.

Si l'on rapporte la somme des différents dosages de l'acide phosphorique à 100 de levûre sèche, on trouve le nombre 3,38. Le poids de l'acide phosphorique éliminé est donc de plus des 3/4 de celui que peut fournir l'incinération de la levûre par le procédé de Mitscherlich; et si l'on note que cette levûre élimine en même temps divers autres produits proportionnellement à la quantité d'acide phosphorique, on pourra se faire une idée du degré d'épuisement auquel atteint chaque globule. Cet épuisement est tel, que sous le microscope la levûre apparaît comme réduite à son enveloppe; elle est alors difficilement visible, sa pâleur est si grande que l'on dirait des globules de mucus ratatinés, comme framboisés et sans contours nets. Les noyaux ou granulations intérieures sont alors très-visibles.

Si l'on évite absolument le contact de l'air en employant l'appareil spécial que je décrirai dans mon mémoire, ce long épuisement peut se faire sans ce que l'on appelle la *putréfaction de la levûre*, ou plus exactement sans voir apparaître des organismes qui sont la cause de la putréfaction des matériaux organiques éliminés. Ce n'est que si l'air intervient que les produits acquièrent une odeur fétide, que l'on peut constater la formation de l'hydrogène sulfuré, la naissance d'infusoires ou de ferments vermiformes, bactéries et vibrions, qui sont la cause de la putréfaction, c'est-à-dire d'une fermentation particulière des matériaux organiques azotés et sulfurés de la levûre. Mais alors, si les autres produits qui accompagnent l'acide phosphorique sont différents, la quantité de celui-ci dans chaque lavage est dans le rapport des nombres du tableau ci-dessus.

La levûre qui avait été épuisée dans l'expérience précédente, pouvait paraître morte : il n'en était rien, car elle était encore capable de transformer le sucre de canne en glucose,

c'est-à-dire de former la zymase et de faire fermenter alcooliquement le glucose engendré. Mais les produits de la fermentation alcoolique par la levûre épuisée sont notablement différents en nature et en quantité de ceux qu'on obtient par la levûre normale. Il s'y forme notamment un composé cristallisable qui paraît être de la mannite. Quoi qu'il en soit, ces résultats prouvent, contre Mitscherlich, que la levûre continue d'intervertir le sucre de canne tant qu'elle n'a pas cessé de vivre, et que lorsqu'elle est tellement épuisée qu'elle est en quelque façon réduite à sa cellule, elle n'en continue pas moins de former successivement du glucose et de l'alcool avec le sucre de canne[1]. La propriété de déterminer la fermentation alcoolique, il ne faut donc pas la chercher dans l'action catalytique de quelque composé chimique qu'elle contiendrait : elle réside, tout ce qui précède le prouve, dans les propriétés de la cellule vivante ; elle est une conséquence de l'acte de la nutrition de cette cellule.

SÉANCE DU 14 MARS 1864.

Recherches sur la dilatation du Soufre ; par M. A. Moitessier.

L'auteur a étudié, dans ce travail, la dilatation du soufre dans des limites de température comprises entre son point de fusion et celui de son ébullition. La courbe qui représente cette dilatation possède, vers 170°, un point d'inflexion ; à partir de cette température, elle devient analogue à celle de tous les liquides. M. Moitessier démontre, de plus, que la diminution qu'éprouve le coefficient de dilatation, entre 110° et 170°, est liée à un accroissement de la quantité du soufre insoluble. (Voir les *Mémoires de la section des sciences*, 1864.)

Sur le dégagement de l'Azote par la levûre de bière ; par M. A. Béchamp.

Tout le monde sait que la levûre en pâte se boursouffle et dégage de l'acide carbonique : elle fermente. Lorsqu'on fait usage de levûre de bière telle qu'elle vient de la brasserie, on peut penser que cette fermentation se fait aux dépens des matériaux qui y restent mêlés et non pas aux dépens de ses propres tissus.

---

[1] Cette expérience est aussi contraire à cette assertion de M. Liebig (*Traité de chimie organique*, introduction, pag., XXVII) : « Le corps insoluble que l'on appelle ferment ne provoque pas la fermentation. » La preuve qu'en donnait le savant chimiste est la suivante : C'est que la levûre qu'on lessive par l'eau privée d'air, finit par donner un résidu qui n'est plus en état de faire fermenter le sucre de canne. Ce qui a induit en erreur, c'est que le phénomène étant beaucoup moins vif, on a cru qu'il était nul. D'un autre côté, on donnait beaucoup moins d'attention à l'inversion du sucre de canne, et l'on sait que M. Pasteur a admis que le sucre de canne fermente directement, la formation du glucose étant consécutive à la formation des acides.

Pour étudier les produits de cette fermentation, il fallait donc opérer sur de la levûre débarrassée de matières étrangères, dans l'état de celle dont j'ai parlé dans ma dernière communication. J'ai donc délayé 500gr de levûre parfaitement lavée (contenant 83gr de levûre sèche) dans de l'eau bouillie, créosotée et refroidie dans un courant d'acide carbonique. Pendant que ce gaz barbotait encore, le tout a été introduit dans un appareil que je décrirai ailleurs, et qui en était rempli jusqu'à l'extrémité du tube abducteur, lequel s'ouvrait sous le mercure, dans une cloche contenant une dissolution de potasse. L'appareil a été placé dans une étuve chauffée à 30 degrés. Bientôt la vie de la levûre se manifeste par un dégagement de gaz qui continue sans interruption pendant plusieurs jours. Cinq jours après, on met fin à l'expérience. Le gaz dégagé pendant cette fermentation n'est point de l'acide carbonique pur : il y a constamment un produit que la potasse n'absorbe point. On avait pris des précautions pour qu'il ne restât pas d'air dans l'appareil; néanmoins on s'assura par l'analyse que le gaz non absorbé était de l'azote. En effet, ce gaz mis en contact avec du phosphore ne subit aucune diminution de volume :

Volume du gaz à 15° sous la pression 764mm =8cc,8
Volume après 24 heures de séjour avec le phosphore à 15° et 761mm=8cc,76.

Le contenu de l'appareil n'avait pas d'odeur de putréfaction; ce n'est que lorsque ce genre de fermentation s'établit, que la levûre est mêlée d'infusoires, que le gaz non absorbable est accompagné d'un gaz inflammable.

Recherches sur la Transformation des figures; par M. Lenthéric.

En partant de ce principe que toute conique se transforme en une conique homothétique, l'auteur présente d'une manière élémentaire les propriétés des coniques homothétiques données par M. Chasles, dans son Mémoire du tom. XVIII des *Annales* de Gergonne.

De la présence, dans la Méditerranée, du genre Globiceps; par M. Paul Gervais.

M. Gervais donne quelques détails sur un cétacé échoué dans le mois de février, auprès de Saint-Cyprien (Pyrénées-Orientales). L'étude du squelette lui a démontré que cet animal est un Globiceps, qui diffère par des caractères peu tranchés des Cétacés du même genre, vivants dans l'océan Atlantique. (Voir les *Mémoires de la section des sciences*, 1864.)

Recherches sur la solubilité des Mélanges salins; par M. É. Diacon.

Afin d'éviter les actions chimiques, l'auteur n'a expérimenté qu'avec des sels à même acide; ses expériences se divisent en deux groupes distincts. — Dans les premières, un seul des deux sels était maintenu en excès et par conséquent toujours à saturation, l'autre

était en quantités moindres qu'il n'en eût fallu pour saturer le liquide ; les résultats obtenus avec plusieurs couples salins démontrent que la solubilité du premier sel ne varie pas proportionnellement aux quantités du second, mais que la loi de la variation peut être représentée par une équation du second degré. — La seconde série d'expériences a été effectuée à des températures successivement croissantes, et en maintenant toujours les deux sels à saturation. Il résulte de ces recherches, que les variations de solubilité avec la température ne présentent pas de rapport simple avec les solubilités de chaque sel isolé; toutefois la forme des différentes courbes indique une liaison évidente. Un fait intéressant, c'est que la solubilité de sels mélangés peut présenter une augmentation, bien qu'il n'y ait pas action chimique, et que les différents cas d'augmentation ou de diminution de solubilité peuvent être observés sur un même couple salin, pourvu que l'on opère à des températures différentes. (Voir les *Mémoires de la section des sciences*, 1864.)

SÉANCE DU 18 AVRIL 1864.

Étude sur la théorie des Quantités imaginaires et les principales méthodes indiquées par Cauchy, pour le calcul des perturbations des mouvements planétaires; par M. Berger.

Cauchy a donné, dans la séance du 2 juin 1845, à l'Académie des sciences de Paris [1], l'analyse d'un mémoire sur le calcul des perturbations planétaires, sans démontrer la formule qu'il indique. M. Berger, en s'appuyant sur la théorie des fonctions synectiques, en donne une démonstration rigoureuse. (Voir les *Mémoires de la section des sciences*, 1864.)

Sur la formation de l'Alcool par la levûre de bière à l'état d'inanition ; par M. A. Béchamp.

Le phénomène que l'on est convenu de nommer *fermentation alcoolique* n'est pas une fermentation : c'est, dans toute l'étendue du mot, un phénomène de nutrition. En cela je ne fais que répéter ce qu'en a dit M. Dumas, en 1843, dans l'article *fermentation alcoolique* de son *Traité de chimie appliquée aux arts*, et je ne me propose que d'appuyer sur l'expérience une idée que l'illustre chimiste avait déduite des faits que l'on connaissait à cette époque. En effet, si la fermentation alcoolique est un acte de nutrition, il faut que, sans sucre, la levûre produise, aux dépens de ses propres tissus, la plupart des termes de la fermentation dans le sucre, de même qu'un animal produit du glucose et de l'urée dans l'état d'inanition.

En premier lieu je démontre que la levûre bien lavée ne contient pas de glucose. En

[1] *Comptes-rendus de l'Académie des sciences*, tom. XX.

effet, ni son infusion, ni elle tout entière, ne réagissent sur le réactif cupropotassique; s'il y existait seulement une trace de glucose, ce réactif serait réduit; or, si l'on ajoute cette trace à la levûre ou à son infusion, le réactif l'accuse aussitôt. Cela posé, si l'on délaie de la levûre bien lavée dans son poids d'eau, et qu'on la force de vivre aux dépens d'elle-même à l'abri absolu de l'air, on trouve qu'au bout de cinq jours 1100gr (contenant 195gr de levûre sèche) ont produit 16gr,5 d'alcool absolu et 1gr,93 d'acide acétique mêlé d'une trace d'acide butyrique ou d'un autre acide odorant homologue; et qu'on ne dise pas que cet alcool et cet acide acétique se trouvaient dans la levûre, parce que cet être sort toujours d'un liquide fermenté, qu'elle en serait imbibée en quelque sorte: non; car, de même que la levûre résiste aux lavages, de même elle ne saurait à ce point s'imbiber des liquides au sein desquels elle est plongée. D'ailleurs, si par imbibition elle absorbait de l'alcool, elle devrait le perdre par les lavages. Au surplus, voici qui me paraît trancher la question.

Après cinq jours de fermentation sur elle-même, 1100gr de levûre s'étaient réduits à 640gr; les matériaux solubles et fixes qu'elle avait abandonnés, séchés à 100°, ne pesaient pas moins de 95gr, presque la moitié de ce qu'elle aurait pesé après dessiccation. Eh bien! ces 640gr ainsi épuisés et encore lavés, abandonnés une nouvelle fois à eux-mêmes, ont encore engendré de l'alcool en grande quantité.

Sur la constitution de la Salirétine; par M. A. Moitessier.

Les chimistes qui ont étudié la salirétine, ont tous remarqué les difficultés qui se présentent lorsqu'on veut obtenir cette substance à l'état de pureté; aussi la formule qu'on lui attribue a-t-elle été déduite de la quantité d'eau éliminée par la transformation de la saligénine en salirétine, sans faire intervenir les résultats analytiques que l'on considérait comme erronés. M. Moitessier signale un nouveau moyen d'obtenir la salirétine, consistant à chauffer pendant quelques heures à 100° une dissolution aqueuse de saligénine enfermée dans un tube scellé. Le produit ainsi obtenu était presque incolore et semblait offrir des garanties de pureté qui ont engagé l'auteur à en faire l'analyse. Les résultats obtenus ont offert des concordances remarquables avec quelques-unes des analyses de M. Piria, sans pouvoir satisfaire cependant à la formule $C^{15}H^{12}O^{2}$ généralement adoptée, ce qui a conduit l'auteur à rechercher si cette substance ne pourrait pas être représentée par une autre formule plus en harmonie avec les faits.

Les rapports $C^{14}H^{14}O^{3}$ paraissent les plus vraisemblables; ils supposent que ces composés dérivent de deux molécules de saligénine par l'élimination d'une seule molécule d'eau

$$2C^{7}H^{8}O^{2} - H^{2}O = C^{14}H^{14}O^{3}.$$

En adoptant cette manière de voir, il existerait entre la saligénine et la salirétine les mêmes relations qu'entre un alcool monoatomique et son éther simple, ou qu'entre un acide monobasique hydraté et son anhydride

$\left.\begin{matrix}C^7H^7O \\ H\end{matrix}\right\} O$ Saligénine.

$\left.\begin{matrix}C^7H^7O \\ C^7H^7O\end{matrix}\right\} O$ Salirétine.

L'auteur annonce en même temps que beaucoup d'autres faits qu'il fera connaître plus tard, doivent faire envisager la saligénine comme un composé monoatomique.

Sur la caverne de Bize; par MM. P. GERVAIS et J. BRINCKMANN.

Les auteurs donnent la description d'un grand nombre de fossiles et de debris de l'industrie humaine qu'ils ont recueillis dans la caverne de Bize (Aude). Leurs recherches les conduisent à admettre que les sédiments ossifères de Bize ne sont pas antérieurs à l'époque glaciaire. (Voir les *Mémoires de la section des sciences*, 1864.)

SÉANCE DU 23 MAI 1865.

Séparation de la Magnésie d'avec les alcalis; par M. G. CHANCEL.

Le procédé recommandé par l'auteur consiste à précipiter la magnésie par le phosphate d'ammoniaque et à éliminer ensuite l'acide phosphorique introduit, à l'aide du nitrate de bismuth. La liqueur, débarrassée du bismuth par l'hydrogène sulfuré, ne contient plus que les sels alcalins. (Voir les *Mémoires de la section des sciences*, 1864.)

Recherches sur les alcaloïdes du Delphinium staphysagria; par M. A. DARBEL.

Les différences qui existent entre les analyses de la Delphine données par Couerbe et par M. O. Henry, ont conduit l'auteur à reprendre l'étude du principe actif du *Delphinium staphysagria*. Ses recherches lui font admettre dans la delphine brute l'existence de quatre substances différentes: deux solubles dans l'éther, la *delphine pure* et la *staphysagrine* qui se distingue de la delphine en ce qu'elle est précipitée de ses dissolutions par l'acide nitrique; deux insolubles dans l'éther, la *staphysine* et une *résine* à laquelle l'auteur n'assigne pas de nom particulier, et qui se distinguent aussi l'une de l'autre par l'action de l'acide nitrique qui ne précipite pas la staphysine. Tous ces corps jouissent de propriétés alcalines; mais M. Darbel ne considère comme étant de véritables alcaloïdes que la delphine, la staphysagrine et la staphysine. En s'appuyant sur de nombreuses analyses de la delphine pure et de son chloroplatinate, il propose pour nouvelle formule de ce corps $C^{64} H^{44} N^2 O^2$. Quant aux deux autres alcaloïdes, bien qu'il n'en puisse donner encore la formule avec certitude, l'analyse des chloroplatinates lui permet d'affirmer que ces substances diffèrent non-seulement par leurs propriétés, mais encore par leur composition.

L'auteur ne s'est pas borné à signaler les propriétés chimiques de ces corps, il a aussi porté son étude sur leurs propriétés physiologiques. Un grand nombre d'expériences le conduisent aux conclusions suivantes:

1° La *delphine pure* agit sur la circulation en paralysant les mouvements du cœur, et sur la respiration en produisant l'asphyxie; enfin, elle amène la mort rapide du système nerveux. 5 milligrammes suffisent pour tuer un cochon d'Inde avec une grande rapidité. Les convulsions qui se produisent chez les animaux à sang chaud paraissent dues à l'asphyxie; les animaux à sang froid éprouvent, pendant la dernière période de l'empoisonnement, des convulsions générales tétaniques, moins intenses que celles que produit la strychnine.

2° La *staphysagrine* agit comme la delphine sur le système nerveux, sur la circulation et sur la respiration; mais l'autopsie a toujours démontré une injection plus notable au niveau du bulbe rachidien; ses effets sont aussi redoutables que ceux de la delphine.

3° La *staphysine* a une action très-évidente sur la respiration; la circulation, au contraire, n'est presque pas influencée, le système nerveux n'est pas aussi rapidement frappé de mort que dans les empoisonnements par la delphine ou la staphysagrine, dont elle se rapproche par l'énergie de ses propriétés toxiques.

Cas de Polymélie chez un Batracien du genre Pelobates, le Pelobates cultripes; par M. P. GERVAIS.

Cette espèce de Batraciens, que Cuvier a le premier signalée aux naturalistes sous le nom de *Grenouille cultripède,* est assez commune dans le midi de la France. L'exemplaire monstrueux que nous en avons étudié a été trouvé aux environs de Castries (Hérault), et m'a été remis par M. le docteur Delmas, médecin de cette localité. La patte suplémentaire doublait celle de devant, du côté gauche, et elle était placée immédiatement après celle-ci. Sa forme était assez peu différente de l'état normal; mais il était cependant facile de voir qu'elle était gênée dans ses mouvements et que, dans son ensemble, elle n'avait acquis qu'un dévoloppement imparfait. Sa partie digitale était surtout restée incomplète. Il a cependant été aisé d'y reconnaître par la dissection, des vaisseaux, des nerfs, des masses musculaires et une partie squelettique, ensemble d'organes que protégeait une peau semblable par sa conformation à celle des autres membres et du reste du corps.

Le squelette du membre surnuméraire était en particulier formé : 1° d'une épaule comprenant un coracoïdien et une omoplate réunis en une seule pièce et articulée par son extrémité coracoïdienne au coracoïde du membre normal; 2° d'un humérus très-reconnaissable; 3° d'un avant-bras, et 4° d'une main ayant son carpe, ses métacarpiens et ses phalanges. Il ne s'y voyait cependant que trois doigts, les deux latéraux rudimentaires et à une seule phalange tuberculiforme, surmontant les métacarpiens correspondants, et le médian, un peu plus long, pourvu de deux phalanges. Quant aux muscles, ils étaient groupés en deux masses ou faisceaux, l'une servant à l'extension et l'autre à l'adduction du membre surnuméraire, ainsi qu'à sa flexion.

SÉANCE DU 13 JUIN 1864.

Sur la Zymase des fleurs; par M. A. Béchamp.

J'ai quelquefois entretenu l'Académie de l'agent qui, dans les moisissures et la levûre de bière, est la cause de l'interversion du sucre de canne. La zymase ou un principe analogue, n'existe pas seulement dans les moisissures.

M. Dumas a depuis longtemps signalé l'analogie fonctionnelle des ferments organisés et des parties colorées (non vertes) des végétaux supérieurs. Puisque les moisissures microphytes sont des végétaux non verts, ils sont comparables aux parties colorées des plantes ; il se pouvait donc que les fleurs renfermassent le même ferment, ou un ferment analogue, à l'aide duquel elles transforment dans leurs tissus les matériaux générateurs du glucose que la sève y apporte. L'expérience a confirmé cette conséquence de la théorie.

J'ai pris du suc filtré des pétales de *Robinia viscosa*, et j'en ai fait deux parts.

I. 10^{cc} ont été délayés avec 20 grammes de sucre et 2 gouttes de créosote, dans l'eau distillée, pour faire 100 cent. cub. La créosote est destinée à prévenir la génération des moisissures dont la présence troublerait le phénomène. La déviation du plan de polarisation a été observée à travers une épaisseur de 200^{mm}.

Rotation initiale....................	29°,5 à droite.
— après 24 heures............	28°,8 à droite.
— après 20 jours..............	4°,8 à gauche.

II. L'autre partie a été portée à l'ébullition, dans le but de rendre inactive la *zymase* que je supposais y exister. 10^{cc} de la liqueur bouillie et filtrée ont été délayés dans l'eau avec 20^{gr} de sucre de canne et 2 gouttes de créosote pour faire 100^{cc}. La rotation observée sous la même épaisseur que ci-dessus a fourni :

Déviation initiale...................	29°,52 à droite
— après 24 heures............	29°,52 —
— après 20 jours.............	29°,28 —

Le suc des pétales de *Robinia viscosa* contient donc un ferment qui intervertit le sucre de canne à la façon de la zymase.

Les pétales de *Robinia pseudo-acacia*, de coquelicot, de rose blanche, se comportent exactement comme ceux de *Robinia viscosa*.

On sait que les bractées du *Bougainvillea spectabilis* sont rouges : ce sont des feuilles colorées ; elles se comportent comme les pétales des fleurs précédentes. Les feuilles vertes du même végétal fournissent un suc qui, *non bouilli ou bouilli*, est absolument sans action sur le sucre de canne.

Les conséquences des expériences précédentes sont faciles à déduire : dans les parties

vertes des végétaux, la matière organique se forme; elle est simplifiée, tend vers l'état minéral dans les parties colorées; on conçoit donc la nécessité d'un agent chimique capable d'opérer cette simplification.

J'ai essayé d'isoler le principe qui est le ferment dans les pétales des fleurs que j'ai signalées plus haut et dans les bractées du *Bougainvillea*. Pour cela j'ai précipité le suc filtré par l'alcool. Le précipité obtenu, lavé à l'alcool, est en partie soluble dans l'eau; cette partie soluble est la zymase des fleurs. La dissolution intervertit rapidement le sucre de canne.

Voici une expérience faite avec la dissolution du ferment des pétales du coquelicot : on y a dissous 20^{gr} de sucre de canne, ajouté 2 gouttes de créosote et formé un volume égal à 100^{cc}.

Rotation initiale sous l'épaisseur 200^{mm}.............	$29^{\circ},04$ à droite.
— après 15 jours....................	$9^{\circ},6$ à gauche.

L'inversion était presque totale. Si, au lieu d'opérer à la température ordinaire, on place la dissolution dans un milieu chauffé à 40 ou 50°, l'inversion est bien plus rapide.

Le ferment soluble des fleurs ne peut pas être confondu avec la diastase, qui est sans action sur le sucre de canne, ni avec la zymase, car son énergie est moindre que celle de ce dernier ferment. Je le nomme anthozymase, zymase des fleurs.

Sur la séparation de l'Alumine d'avec le sesquioxyde de chrome; par M. G. Chancel.

La nouvelle méthode proposée par l'auteur est fondée sur la solubilité de ces deux oxydes dans la potasse caustique, et sur l'emploi du plombate de potasse, qui ne précipite que l'oxyde du chrome. (Voir les *Mémoires de la section des sciences*, 1864.)

De l'action de l'Iodure d'éthyle et de ses homologues sur les éthers sulfocarbamiques; par M. F. Jeanjean.

Un mélange d'iodure d'éthyle et d'éther sulfocarbamique se prend au bout de quelque temps en une masse cristalline qui consiste en une combinaison à équivalents égaux des deux substances mises en présence. Les iodures de méthyle, d'amyle, etc., ainsi que les bromures des mêmes radicaux, donnent lieu à des réactions semblables; il en est de même si l'on substitue les sulfocarbamates de méthyle ou d'amyle à l'éther précédent. Des essais analogues tentés avec la xanthogénamide ou l'uréthane n'ont rien produit de semblable; toutefois la première de ces deux substances donne naissance, soit à un isomère, soit à la xanthogénamide méthylique, suivant qu'on la fait réagir sur de l'iodure d'éthyle ou de l'iodure de méthyle.

SÉANCE DU 18 JUILLET 1864.

Sur un ferment soluble extrait du suc des Mûres, qui partage les propriétés de la zymase et celles de la diastase; par M. A. Béchamp.

Les fruits sont évidemment, comme les fleurs, des parties colorées des végétaux. J'ai fait plusieurs essais pour isoler de leur suc un ferment anologue à l'anthozymase. Le précipité que l'on obtient en traitant le suc filtré du fruit du mûrier blanc par l'alcool, contient un principe soluble dans l'eau qui mérite de fixer l'attention, car il partage à la fois les propriétés de la zymase et de la diastase : il saccharifie et le sucre de canne et la fécule.

Le jus filtré des mûres est traité par trois à quatre fois son volume d'alcool concentré. Le précipité obtenu, lavé à l'alcool pour enlever tout le glucose, a été repris par l'eau, qui dissout un produit que l'alcool précipite de nouveau. Ce dernier précipité ressemble à la diastase : recueilli sur un filtre et lavé à l'alcool, on le trouve totalement soluble dans l'eau; étendu sur une lame de verre, il s'y dessèche en plaques transparentes qui se détachent en écailles. Les deux expériences suivantes établissent son double rôle.

I. 10gr de sucre de canne, 0gr,08 de zymase de mûres encore humide et deux gouttes de créosote sont dissous dans l'eau, pour faire 100 cent. cubes. La rotation observée dans un tube de 200mm a fourni les nombres suivants :

Déviation initiale	....	14°,7	à droite.
—	après 36 heures......	3°,84	à droite.
—	après 6 jours.........	4°,8	à gauche.

L'interversion était totale. Si, au lieu de laisser l'action s'accomplir à froid, on opère à 40 ou 50 degrés, elle est plus rapide.

II. 4gr de fécule réduits en empois dans 80 cent. cubes d'eau sont traités par 0gr,05 de ferment sec à la température de 50 degrés. La liquéfaction de l'empois était complète au bout de 15 à 20 minutes. On obtient, comme avec la diastase, successivement de la fécule soluble dont le pouvoir rotatoire est 212° à droite, de la dextrine et un peu de glucose.

Ce ferment possède donc bien une double propriété : celle de saccharifier le sucre de canne que ne transforme point la diastase, et celle de transformer la fécule que ne saccharifie point la zymase. Toutefois il diffère de la diastase par la lenteur avec laquelle il saccharifie la fécule. Jusqu'à ce que j'aie pu établir son identité avec l'anthozymase, je propose de le nommer *morozymase*, zymase des mûres.

Sur la constitution des Composés salicyliques ; par M. A. Moitessier.

Après avoir rappelé les résultats de ses recherches sur les principaux termes de la série salicylique, l'auteur propose une théorie générale qui aurait l'avantage de les rattacher les uns aux autres d'une manière très simple.

M. Moitessier choisit comme point de départ et comme base de sa théorie, la saligénine, qui se prête le mieux à faire ressortir le plus grand nombre de rapports. Attribuant à cette substance la constitution des alcools mono-atomiques, il la fait dériver d'un radical auquel il donne le nom de Saligényle. Sa formule rationnelle devient alors :

$$\left.\begin{matrix} C^7H^7 \\ H \end{matrix}\right\} O;$$

elle renferme un seul équivalent d'hydrogène disponible, et l'on n'a jamais pu en effet obtenir des dérivés que par la substitution d'un seul équivalent de radical. Telle est la saligénine mono-acétique obtenue par l'auteur, et qui est représentée par la formule :

$$\left.\begin{matrix} C^7H^7 \\ C^2H^4O \end{matrix}\right\} O.$$

La salirétine dérive de la saligénine, par la substitution du radical saligényle à l'hydrogène disponible du composé précédent ; sa formule :

$$\left.\begin{matrix} C^7H^7 \\ C^7H^7 \end{matrix}\right\} O,$$

correspond à celle de l'oxyde d'éthyle. Cette formule diffère il est vrai de celle qui est généralement attribuée à la salirétine ; mais M. Moitessier a précédemment indiqué les raisons qui doivent la faire adopter.

La constitution de la salicine s'exprime aisément en admettant la nature héxatomique du glucose. Elle dérive alors de six molécules d'eau, dont un atome d'hydrogène est remplacé par le saligényle :

$$\left.\begin{matrix} C^6H^6 \\ C^7H^7 \\ H^5 \end{matrix}\right\} O^6;$$

les cinq équivalents d'hydrogène libre peuvent être remplacés par divers radicaux, comme l'a précédemment démontré l'auteur, mais dans aucun cas il n'a pu faire porter la substitution sur plus de cinq équivalents.

L'hydrure de salicyle correspond à l'aldéhyde de la saligénine, et peut dériver soit d'une molécule d'hydrogène, soit d'une molécule d'eau. M. Moitessier rattache à ce composé l'anilide nitro-salicyleux, et le sulfocyanure de salicyle dont il indique le mode de formation.

L'hydrure de salicyle peut donner, comme la saligénine, des composés gluciques dérivant de six atomes d'eau. Telle est l'hélicine, dont la formule rationnelle peut s'écrire:

$$\left.\begin{array}{c} C^6H^6 \\ C^7H^5O \\ H^5 \end{array}\right\} O^6.$$

On n'a pu toutefois remplacer encore par des radicaux qu'un seul équivalent de l'hydrogène disponible ; comme par exemple dans la benzoïl-hélicine.

Enfin, l'acide salicylique doit également être considéré comme un acide mono-atomique. L'auteur adopte à cet égard les idées déjà émises par Gerhardt, sur la constitution des prétendus éthers salicyliques, et les confirme par ses recherches sur les chlorures de salicyle et de nitro-salicyle. En faisant réagir ces composés sur l'ammoniaque ou sur l'aniline, il a obtenu, en effet, des amides dérivant d'une seule molécule d'ammoniaque. Ces réactions devraient s'effectuer d'une tout autre manière, en admettant la biatomicité de l'acide salicylique. Dans ce cas, le radical salicyle posséderait une composition différente, et son chlorure agirait alors sur deux molécules d'ammoniaque.

SÉANCE DU 14 NOVEMBRE 1864.

Sur les lois de la Variation de la force électromotrice dans les piles à un liquide ; par M. Crova.

Dans une première note que j'ai adressée à l'Académie le 15 février 1864, j'ai indiqué quelques-unes des considérations théoriques contenues dans le travail que j'ai l'honneur de lui présenter aujourd'hui. Voici en quelques mots les principaux perfectionnements que j'ai apportés à ma méthode expérimentale, et qui m'ont permis d'obtenir des résultats très-précis :

1° Pour me mettre à l'abri des erreurs provenant de la dépolarisation de la lame positive par l'oxygène de l'air dissous dans le liquide excitant (Viard), j'ai opéré avec des liquides purgés d'air par une longue ébullition et une exposition prolongée dans le vide ; et j'ai fait fonctionner mes éléments en les tenant constamment dans le vide entretenu à 8 ou 9 ^{mm}. Je rappellerai, à ce sujet, que j'ai démontré que la polarisation est indépendante de la pression.

2° Pour rendre tout à fait négligeable l'influence de la polarisation des lames du rhéostat, j'ai composé celui-ci de deux tubes de verre bien cylindriques, plongeant dans une longue éprouvette remplie d'une solution de 20 gram. d'azotate d'argent dans 100 gram. d'eau. Dans les tubes se meuvent deux disques d'argent pur, soutenus par des tiges de même métal.

Les recherches que j'ai dû faire pour arriver à obtenir un rhéostat dans lequel l'influence de la polarisation fût tout à fait négligeable, m'ont démontré une fois de plus l'exacti-

tude du principe que j'avais déjà énoncé dans mes recherches sur la polarisation [1], c'est-à-dire sur la production d'une polarisation sensible dans tous les cas où un courant traverse un liquide, même lorsqu'on emploie une solution de sulfate de zinc pur et neutre, et des lames de zinc amalgamé. Dans ce cas, la polarisation, quoique très-faible, peut être mise en évidence par l'emploi de mon interrupteur à deux disques.

Application de la Lumière électrique (tubes de Geisler), à l'éclairage sous l'eau ; par M. P. Gervais.

M. Gervais met sous les yeux de l'Académie un appareil permettant d'obtenir dans l'eau un foyer lumineux. Cet instrument, destiné à favoriser la pêche maritime, fonctionne à l'aide d'une bobine d'induction et peut être entièrement immergé. Dans une première expérience effectuée au mois de septembre, dans le port de Cette, l'appareil a fourni pendant six heures une lumière continue. (Voir les *Mémoires de la section des sciences*, 1865.)

De l'existence d'Organismes vivants dans les divers échantillons de craie, et de leur action sur les corps fermentescibles; par M. A. Béchamp.

L'auteur fait part à l'Académie d'une observation qui lui permet d'expliquer d'une manière toute nouvelle l'action de la craie introduite dans un milieu fermentescible. Tous les échantillons de craie, le blanc de Meudon, et même la roche dont celui-ci provient, examinés au microscope, présentent des corpuscules animés de mouvements qui doivent être considérés comme des organismes vivants. Ces organismes, introduits en même temps que la craie dans le milieu fermentescible, déterminent les modifications qui étaient attribuées à l'action neutralisante de la craie. Pour confirmer cette manière de voir, M. Béchamp a mis ces organismes en contact avec de l'empois d'amidon maintenu à 25° ; celui-ci n'a pas tardé à se liquéfier, et il y a eu production d'acides gras.

Note sur le Cailloutis sous-volcanique des environs de Saint-Thibéry; par M. de Rouville.

Dans ses *Observations pour servir à l'histoire des volcans éteints de l'Hérault*, publiée en 1808, Marcel de Serres mentionnait (pag. 42) à 200 mètres au sud de Saint-Thibéry, une coulée qui a recouvert le sable et le gravier quartzeux de la plaine, circonstance établissant l'âge récent de cette éruption volcanique. Dans son Mémoire *sur les formations volcaniques du département de l'Hérault, dans les environs d'Agde et de Montpellier*, publié en 1861 [2], par le même auteur, en collaboration avec M. Paul Cazalis de Font-

---

[1] *Annales de chimie et de physique*, 3e série, tom. LXVIII.

[2] *Bull. Soc. géol. de France*, 2me série, tom. XIX, pag. 186.

douce, le même fait est rappelé (pag. 192), et la même conséquence déduite de cette superposition (pag. 186). On trouve mentionnée, dans ce même Mémoire, la présence de calcaires tertiaires d'eau douce ou marine, parmi les cailloux roulés de quartz (pag. 191).

Les nouvelles tranchées ouvertes par le chemin de fer de Montpellier à Lodève, m'ont permis de constater à nouveau ce fait intéressant, grâce à l'obligeance de M. l'ingénieur Michel, qui a bien voulu me diriger sur les points les plus favorables pour l'étude des relations entre les deux terrains. J'ai pu observer de plus près la composition du cailloutis sous-volcanique, et y constater la présence, non signalée encore parmi ses éléments, d'un grand nombre de cailloux schisteux et granitiques, dénotant leur provenance directe des terrains anciens du nord de l'arrondissement; en outre, un assez grand nombre de fragments basaltiques roulés, m'a paru fournir une preuve nouvelle de l'antériorité de certains basaltes de l'Hérault, par rapport à ceux de la partie littorale du département. Déjà les auteurs précités avaient distingué nettement deux époques dans ces éruptions [1]. Le cratère à peine démantelé de la montagne d'Agde avait d'ailleurs attiré, dès la fin du siècle dernier, l'attention de Giraud Soulavie. La disposition en nappes des coulées de l'arrondissement de Lodève, leur situation sur des plateaux élevés, comparées avec les cratères du sud du département, confirmaient les distinctions chronologiques établies au Puy par Bertrand de Doue, sur la forme et l'état de conservation des bouches d'éruption. M. l'ingénieur Michel, lors des travaux qu'il dirigeait sur le chemin de fer, avait été frappé de l'aspect plus scoriacé et de la couleur plus claire des basaltes de la région littorale comparés à ceux du nord; ces derniers sont, en outre, infiniment plus péridoteux que ceux d'Agde et de Saint-Thibéry; leur présence en cailloux diluviens au-dessous des déjections volcaniques du sud, confirme d'une manière définitive les résultats de ces diverses observations.

Les mêmes tranchées ont mis à jour la superposition du terrain caillouteux sur la mollasse marine. Cette dernière paraît sur certains points dénudée et creusée en forme de poches remplies ultérieurement par les cailloux et l'argile. La tranchée de la Grande-Cresse, en particulier, non loin de Nésignan-l'Évêque, rend ce phénomène parfaitement observable; un dernier fait, c'est une dénudation ultérieure opérée dans le cailloutis lui-même, et la facilité qu'a eue le basalte de s'accumuler dans ces dépressions, circonstance qui a singulièrement favorisé le développement de la forme prismatique caractérisant plus particulièrement la coulée de Saint-Thibéry.

Nominations. M. Lallemand est nommé membre de la section des sciences en remplacement de M. Wolf, actuellement membre correspondant de l'Académie à Paris.

---

[1] *Loc. cit.*, pag. 186.

SÉANCE DU 12 DÉCEMBRE 1864.

Dosage du Nickel et du Cobalt; par M. G. Chancel.

L'auteur propose de substituer au procédé très-défectueux qui consiste à précipiter le Cobalt ou le Nickel par la potasse, la méthode suivante, qui lui a donné des résultats rigoureux. Elle consiste à précipiter ces deux métaux à l'état de phosphate double d'ammoniaque et de Cobalt ou de Nickel, et à transformer par la calcination ce sel double en pyrophosphate. Dans ce mode de dosage, et cette observation s'applique aussi au phosphate ammoniaco-magnésien, l'auteur recommande d'exécuter *à froid* la précipitation, la digestion, ainsi que le lavage du précipité, l'intervention d'une chaleur même modérée tendant à décomposer le phosphate double. (Voir les ***Mémoires de la section des sciences***, 1865.)

Nouvelles recherches sur les Zymases; par M. A. Béchamp.

M. Béchamp annonce qu'il a extrait des pétales de tubéreuse, par le procédé qu'il a déjà indiqué, un corps floconneux, analogue à la diastase et à la zymase en ce qu'il saccharifie et la fécule et le sucre, mais qui diffère cependant de l'une et de l'autre par sa moindre énergie. Ce fait le conduit à admettre que les substances qu'il avait cru d'abord devoir distinguer sous les noms d'***anthozymase*** et de ***morozymase***, doivent être considérées comme étant identiques.

Ses recherches ont aussi porté sur divers liquides normaux ou pathologiques de l'économie. C'est ainsi que le pus, un liquide provenant de la thoracentèse, l'urine diabétique, l'urine normale, etc., lui ont donné, par un traitement convenable, des substances se rapprochant, par leur action, de la diastase ou de la zymase. Le sang de bœuf ne lui a rien donné de semblable.

Résumé des observations météorologiques faites à la Faculté des sciences de Montpellier pendant l'année 1863; par M. E. Roche.

La comparaison des observations recueillies en 1863 à celles des six années précédentes, démontre que cette année a été remarquable par la sérénité du ciel, par sa température élevée et par la hauteur exceptionnelle du baromètre. La moyenne 15°,3 de l'année est en effet de 0°,64 supérieure à la valeur normale, déduite des sept années d'observations; le thermomètre n'a jamais atteint cependant les températures extrêmes de l'été de 1859. M. Roche montre en outre combien il est important de tenir compte de l'exposition et de

l'altitude, en mettant en regard des observations précédentes celles qui ont été faites pendant la même année au Jardin des plantes et à l'École normale d'instituteurs située hors la ville. (Voir les *Mémoires de la section des sciences*, 1864.)

Herborisations au Bousquet d'Orb et au Caylar (Hérault); par M. H. Loret.

L'auteur signale la présence, dans ces localités, d'un grand nombre de plantes qui ne figuraient pas encore dans la flore du département de l'Hérault. Il indique de plus l'analogie des flores de Mende (Lozère) et du Caylar. (Voir les *Mémoires de la section des sciences*, 1864.)

Nominations. — M. Crova est nommé membre de la section des sciences, en remplacement de feu M. Marcel de Serres.

EXTRAIT DES PROCÈS-VERBAUX

DES SÉANCES DE LA

SECTION DES SCIENCES.

SÉANCE DU 16 JANVIER 1865.

Sur l'existence du Bonebed à Lodève; par M. de Rouville.

M. de Rouville annonce qu'il a constaté à la base de la formation jurassique des environs de Lodève, l'existence d'une série de couches contenant un grand nombre d'écailles et de dents de poissons. Cette série correspond par sa position stratigraphique au *Bonebed,* horizon de l'*Aviculata contorta*, formation rhétienne de quelques auteurs.

Sur l'ancienneté de l'Homme; par M. Paul Gervais.

En présentant un mémoire sur l'ancienneté de l'homme, l'auteur discute la valeur des diverses données que la science possède sur cette question. Les faits connus et ses propres observations le confirment dans l'opinion qu'il avait émise depuis longtemps, que l'on ne possède que des preuves contestables de la présence du genre humain dans nos régions aux temps antérieurs à l'époque diluvienne, ou même pendant cette époque. C'est à la période immédiatement postérieure, qu'il désigne sous le nom d'*âge du renne*, que se rapporte la première apparition, aujourd'hui bien constatée, de l'homme dans l'Europe centrale et méridionale. (Voir les *Mémoires de la section des sciences,* 1865.)

Sur un phénomène d'Obscurcissement du soleil, dû à un brouillard sec; par M. Édouard Roche.

M. Roche appelle l'attention sur l'obscurcissement du soleil qui a accompagné le *brouillard sec* de 1863, signalé par M. Dufour, professeur à Morges (Vaud), et dont il a lui-même observé les effets à Montpellier, le 14 juillet et les jours suivants. Les *offuscations* peuvent avoir une origine purement atmosphérique, et M. Roche se demande si celles qui ne reconnaissent pas pour cause une éclipse ou des taches solaires considérables, et que l'on avait attribuées à des phénomènes cosmiques et surtout aux astéroïdes, ne peuvent pas être expliquées de la même manière. L'auteur donnera plus tard le résultat de ses recherches à ce sujet.

SÉANCE DU 13 FÉVRIER 1865.

Sur la végétation du Spitzberg, comparée à celle des Alpes et des Pyrénées; par M. Charles Martins.

Les montagnes du Spitzberg sont toujours blanches, et les vallées sont toujours comblées par de puissants glaciers; l'hiver y règne en effet pendant dix mois de l'année. M. Martins, en combinant ses propres observations avec celles des autres naturalistes qui ont exploré ces îles, donne pour moyenne du mois le plus chaud 2°,8 seulement. Les neiges ne fondent qu'en quelques points sur les bords de la mer, et c'est dans ces localités privilégiées, limite extrême de la végétation en Europe, que l'on a recueilli les 93 plantes phanérogames qui, jointes à 152 cryptogames, composent toute la flore du Spitzberg; 69 seulement de ces plantes phanérogames existent dans la Scandinavie. M. Martins a comparé cette flore si spéciale à celle de plusieurs points de notre région, dont les conditions climatériques se rapprochent de celles du Spitzberg, tels que le sommet du Faulhorn, le jardin de la Mer de glace, les grands Mulets, le versant méridional du Mont-Rose, etc., dans les Alpes; le sommet du pic du Midi de Bigorre, dans les Pyrénées. On rencontre sur ces divers points un certain nombre de plantes appartenant à la flore du Spitzberg; mais ce n'est que dans les stations situées au-dessus de la limite des neiges perpétuelles, que la végétation présente une analogie réelle avec celle de cette île. Les espèces communes peuvent alors former jusqu'au cinquième pour les plantes phanérogames. D'après M. Martins, cette ressemblance dans la flore de trois points si éloignés, serait une preuve d'une communauté d'origine. (Voir les *Mémoires de la section des sciences*, 1865.)

Recherches sur l'Eau de cristallisation des Sels; par M. F. Jeanjean.

L'auteur a déterminé la densité d'une série de sels à l'état anhydre, ou à différents états d'hydratation. En considérant le quotient de l'équivalent du sel par sa densité à 0°, comme

représentant le volume atomique de ce sel, il a pu comparer le volume atomique d'un sel anhydre à celui du même sel contenant un certain nombre d'équivalents d'eau. Si la variation du volume est due seulement à l'eau qui se surajoute au sel, la différence entre les deux volumes atomiques représentera le volume de cette eau, et cette différence, divisée par le nombre d'équivalents d'eau de cristallisation du sel, sera le volume atomique de l'eau.

En opérant ainsi sur un assez grand nombre de sels de constitution différente, cristallisant avec des quantités d'eau très-diverses, et dont quelques-uns présentaient différents degrés d'hydratation, l'auteur a toujours obtenu, pour le volume atomique de l'eau, un nombre très-voisin de 6,8; il en conclut que l'eau qui entre dans la composition d'un sel cristallisé paraît avoir un volume atomique bien moindre que celui de l'eau à l'état de liberté. (Voir les *Mémoires de la section des sciences*, 1865.)

Résumé des observations météorologiques faites à la Faculté des sciences de Montpellier pendant l'année 1864; par M. É. Roche.

En comparant les observations recueillies en 1864 à celles des sept années précédentes, on remarque que le baromètre s'est tenu cette année au-dessous de la moyenne, et que, bien que la température moyenne de l'année soit égale à celle des années précédentes, l'hiver a été un des plus froids depuis 1857: il a été signalé, en effet, par de nombreux jours de gelée et par plusieurs chutes de neige considérables. Les orages, peu nombreux, ont été caractérisés par leur violence; pendant l'orage du 2 octobre, qui a duré douze heures, deux hommes sont morts foudroyés, et plusieurs ont été blessés. L'année a été pluvieuse, et certains jours se sont fait remarquer par de grandes chutes d'eau. M. Roche compare, sous ce rapport, les observations faites à l'École normale d'instituteurs à celles de la Faculté, et montre ainsi combien peut être grande l'influence de l'altitude sur la quantité de pluie recueillie par les pluviomètres de deux stations peu éloignées. (Voir les *Mémoires de la section des sciences*, 1865.)

SÉANCE DU 13 MARS 1865.

Note sur le pouvoir réducteur de l'Hydrogène; par M. A. Crova.

L'hydrogène, condensé sur une lame de platine qui a servi d'électrode dans la décomposition de l'eau par la pile, peut être dosé au moyen d'une solution titrée de permanganate de potasse.

L'usage de ce réactif est basé sur le principe suivant :

Le permanganate de potasse est décomposé par l'hydrogène, lentement dans l'obscurité, plus rapidement à la lumière solaire. Le réactif est introduit dans des tubes dans lesquels on fait le vide à plusieurs reprises, en laissant rentrer chaque fois de l'hydrogène

préparé par un moyen quelconque, mais qui a été parfaitement purifié. Ces tubes sont ensuite scellés à la lampe, le gaz étant sous la pression atmosphérique. On mesure l'absorption en brisant la pointe sous l'eau.

En même temps que l'hydrogène est absorbé, le permanganate prend successivement des colorations bien connues, et il se dépose un oxyde de manganèse hydraté. Le liquide devient tout à fait incolore, si la quantité d'hydrogène est suffisante pour opérer une réduction complète.

L'action de la lumière solaire peut être remplacée par celle d'une température de 100°, maintenue pendant quelque temps; la réduction paraît même plus rapide dans ces conditions.

Une solution de chlorure d'or se décompose dans les mêmes circonstances, avec dépôt d'or métallique et forte absorption d'hydrogène.

Je n'ai pu constater la plus légère différence entre l'action de l'hydrogène *allotropique* de M. Ozann, et celle de l'hydrogène obtenu par d'autres procédés, tels que la décomposition de l'acide sulfurique étendu par le zinc, et de l'eau par le fer au rouge sombre ou par l'amalgame de sodium à froid.

Le réactif de perchlorure de fer et de ferricyanure de potassium, proposé par M. Ozann pour indiquer la présence de l'hydrogène allotropique, n'a pas été décomposé *dans l'obscurité*, par un courant d'hydrogène électrolytique prolongé pendant plusieurs jours. La plus légère coloration ne s'est pas manifestée. A la lumière, au contraire, le réactif se décompose sans l'intervention de l'hydrogène, et je me suis assuré que c'est le ferricyanure seul qui est réduit par la lumière solaire. Ce réactif décompose alors le perchlorure de fer, et il se forme un précipité bleu, en même temps qu'il se dégage une odeur sensible d'acide cyanhydrique. Quant à la précipitation d'argent observée lorsqu'on plonge, dans une solution d'un sel d'argent, de la mousse de platine qui a servi d'électrode négatif dans la décomposition de l'eau par la pile, il n'est pas nécessaire d'imaginer un état allotropique de l'hydrogène pour l'expliquer. L'accroissement du pouvoir réducteur de l'hydrogène condensé dans les corps poreux, ou bien soumis à une pression suffisamment grande, rend très-bien compte de ces phénomènes.

Ces observations me paraissent démontrer que, contrairement aux idées émises par M. Ozann, il n'existe pas de modification allotropique de l'hydrogène analogue à l'ozone.

Influence du Plâtrage sur la composition des vins; par M. G. Chancel.

Après avoir étudié la solubilité du bitartrate de potasse dans l'eau pure ou alcoolisée, additionnée ou non de diverses substances, telles que le glucose, le sulfate de potasse, etc., l'auteur montre que pour avoir des données précises sur l'effet du plâtrage, tel qu'il est pratiqué, il est insuffisant d'étudier, comme on l'avait fait, l'action du plâtre sur un vin déjà fait.

En partant de l'étude comparative des vins plâtrés et non plâtrés, et de ses expériences sur des liquides artificiels, dans lesquelles sont reproduites les conditions du plâtrage à la cuve, l'auteur est conduit à considérer le plâtrage comme produisant les effets suivants : 1° En réagissant sur le tartre, le plâtre fait passer, du marc dans le vin, la moitié de l'acide tartrique qui, sans son intervention, serait restée dans le marc à l'état de tartre; 2° Il augmente l'acidité du vin, en avive la couleur, et en assure la stabilité; 3° Enfin, il introduit dans le vin la presque totalité de la potasse qui était dans le marc à l'état de tartre; cet alcali est combiné en partie avec l'acide sulfurique, en partie avec l'acide tartrique. Le travail complet de l'auteur contient le détail des expériences et un grand nombre d'observations, sur lesquelles sont fondées les conclusions qui précédent. (Voir les *Mémoires de la section des sciences*, 1865.)

Nouvelles expériences sur les organismes de la Craie; par M. Béchamp.

En opérant avec de la craie qui avait été extraite de la carrière avec des précautions particulières, et dans le but d'être employée à ces expériences, M. Béchamp a obtenu, quarante-huit heures après l'avoir mise en contact avec de l'eau sucrée additionnée de créosote, un dégagement gazeux. Après quelques semaines de fermentation, le liquide contenait de l'alcool, de l'acide acétique, de l'acide butyrique, et de l'acide lactique. Avec de la craie préalablement chauffée à 250°, ou avec du carbonate de chaux pur obtenu artificiellement, il n'y a eu aucune trace de fermentation. En outre, la craie attaquée par l'acide chlorhydrique étendu a donné un résidu qui, desséché, prend un aspect corné, et qui, brûlé par de l'oxyde de cuivre, donne une quantité notable d'acide carbonique et d'eau. Ce résidu, qui noircit du reste quand on le chauffe sur une lame de platine, est donc de nature organique.

Sur le gîte ossifère du Riège près Pézenas; par M. de Rouville.

M. de Rouville communique la découverte d'ossements fossiles que vient de faire M. Charles de Grasset (de Pézenas) sur les bords du Riège; l'attention des géologues a été depuis longues années appelée sur ce gisement, par les travaux de MM. Reboul et J. de Christol. Les relations stratigraphiques en étaient demeurées jusqu'ici assez indéterminées. M. de Rouville a constaté la parfaite indépendance de cet horizon fossilifère par rapport aux marnes et sables avec cailloux quartzeux cimentés, qui composent la colline de Saint-Palais : la présence de deux mâchoires de Rhinocéros, dont l'une appartient incontestablement au Rhinocéros des sables marins de Montpellier, attribue à ces marnes l'âge phocénique; la faune des dépôts du Riège, composée d'un grand Cerf et de l'*Elephas meridionalis*, établit le synchronisme de ces sédiments alluvio-volcaniques avec l'horizon des charbons d'Uznach en Suisse, la partie supérieure du sédiment du Val-d'Arnoz et les sables des environs de Chartres décrits par M. Laugel. Un troisième dépôt com-

posé d'argile rouge et de cailloux quartzeux incohérents, a paru à M. de Rouville recouvrir indifféremment les marnes de Saint-Palais et les couches du Riège; MM. de Grasset et de Rouville ont observé dans ces dernières des calcaires lacustres en strates bien réglées avec lymnées. Cette superposition du cailloutis quartzeux non cimenté, qui s'étend sur de vastes surfaces dans cette partie du département, établirait, si elle se confirme, deux âges dans les dépôts volcaniques : ceux d'Agde, de Valros, de Saint-Thibéry, etc., plus récents que le cailloutis qu'ils recouvrent; ceux du Riège, plus anciens, inférieurs au même cailloutis.

SÉANCE DU 10 AVRIL 1865.

Du Liophis Janii; par M. Dugès.

L'auteur donne, dans une lettre à M. Paul Gervais, la description suivante du Serpent auquel il propose de donner ce nom. Ce reptile se trouve à Guanajuato, où on l'appelle quelquefois *hocico de puerco* (museau de porc); mais c'est généralement le *Crotalus lugubris* qu'on désigne ainsi.

Sous-ordre des aglyphodontes, famille des diacrantériens, genre liophis.

Pupille verticale; tête peu distincte du corps, aplatie, à museau mousse et coupé obliquement, de sorte que l'ouverture de la bouche est inférieure; écailles lisses, hexagonales, assez petites; queue courte; deux internasales, deux fronto-nasales, une palpébrale ne dépassant pas l'orbite, deux larges fronto-pariétales, rostrale subtriangulaire mousse, largement canaliculée à la base; une præ-oculaire, une frénale, la narine ouverte entre deux circumnasales; pas de sous-oculaires, deux post-oculaires, huit sus-labiales; gastrostéges étroites, urostéges doubles.

Tête	Long. 0m,015	Corps	Long. 0m,29	Queue 0m,063
	Larg. 0m,010		Gross. 0m,01	

Iris gris brun ou jaune; langue rosée; ventre blanc nacré; dos brun, roux, ou de couleur vineuse tachée de brun, tirant sur le fauve ou le roux, avec des reflets couleur d'outremer. Tête brune, les lèvres et la gorge blanches, finement pointillées de brun; une petite bande brune, allant de l'angle postérieur de l'œil à la marque suivante. Sur le cou, une large tache qui, en avant, laisse une échancrure au milieu de laquelle se projette une bandelette qui s'avance sur l'occiput. Le long du dos, une série de maculatures qui sont formées par la soudure de deux rangs de taches parallèles, et représentant chacune une sorte d'ovale plus ou moins irrégulier. Sur les flancs, on distingue des taches plus petites, sur trois rangs, s'emboîtant les unes entre les autres en quinconce, les supérieures plus grandes que les inférieures. Queue portant les marques du dos ou uniformément brune en dessus, blanche dessous.

Quelquefois la tache du cou est séparée en trois, deux latérales et la languette médiane.

Les dorsales peuvent aussi être isolées et disposées de manière à former quinconce comme celles des flancs.

Ces Ophidiens voient assez bien pendant le jour, mais généralement ils ne se mettent en mouvement que la nuit. Ils sont assez irascibles : lorsqu'on les excite, ils choquent du bout de leur museau, mais jamais je n'ai été mordu par eux ; du reste, ils ne sont pas venimeux. Ils mangent des Chémidofores, et probablement d'autres petits animaux.

Recherches sur la Coriamyrtine par M. J. Riban.

Dans une note précédente, M. Riban avait annoncé qu'il avait extrait du Redoul un nouveau principe auquel il donnait le nom de *Coriamyrtine*, et dont il a étudié avec soin les propriétés physiques et physiologiques [1]. Le manque de matière première l'avait obligé à interrompre l'étude de cette substance; mais l'été dernier lui ayant permis de recueillir 1,200 kilogrammes de jeunes pousses de redoul, il s'est remis à l'œuvre, et communique aujourd'hui le résultat de ses nouvelles recherches. Bien que récoltées dans les conditions les plus favorables, c'est-à-dire dans les mois de mai et de juin, ces plantes ne lui ont donné, par 100 kilogrammes, que 6 à 7 grammes de Coriamyrtine entièrement pure. A cet état, elle est cristallisée en beaux prismes obliques à quatre pans, incolores, sans odeur, mais doués d'une amertume insupportable. Des analyses suivantes, les deux premières se rapportent à la Coriamyrtine préparée en 1863, les deux dernières à celle qui a été obtenue en 1864; la substance qui a donné les derniers nombres avait subi un grand nombre de cristallisations dans l'alcool :

	1	2	3	4
Carbone......	63,7	63,9	64,1	64,2
Hydrogène....	6,6	6,5	6,6	6,6
Oxygène......	29,7	29,6	29,3	29,2
	100,0	100,0	100,0	100,0

La composition centésimale de la Coriamyrtine peut donc être considérée comme étant bien établie. Dans le but d'en déterminer la formule, l'auteur a fait une série d'expériences dont il communique aujourd'hui la première partie.

L'action du chlore sur la Coriamyrtine est différente suivant les conditions expérimentales. Sec, il ne l'attaque que vers 140°, en donnant des produits résineux ; en présence de l'eau, il réagit sur elle, même à froid. Ainsi, si l'on fait passer un courant de chlore sur de la Coriamyrtine additionnée d'une quantité d'eau suffisante pour former une espèce de bouillie, et qu'on laisse en contact pendant 24 heures, en ayant soin qu'il y ait eu assez

[1] Voir *Procès-Verbaux de la section des sciences*, 1863, et *Recherches expérimentales sur le principe toxique du Redoul*; par M. Riban. Montpellier, 1864.

de chlore pour que l'atmosphère du flacon soit encore colorée par un excès de ce gaz, on obtient un corps chloré qu'on sépare de la manière suivante. La poudre blanche, jetée sur un filtre, est lavée jusqu'à ce qu'elle cesse d'être acide, puis dissoute dans l'alcool. La solution laisse déposer de belles aiguilles d'une saveur très-amère, peu solubles dans l'eau froide, solubles dans l'alcool et l'éther, et brûlant avec une flamme verte. L'analyse a donné les résultats suivants : Chlore 12,4; 12,6; 12,6; 12,5; moyenne 12,5;

Carbone.......	55,0	54,7	54,7
Hydrogène.....	5,3	5,4	5,3
Chlore.........	12,5	12,5	12,5
Oxygène.......	27,2	27,4	27,5
	100,0	100,0	100,0

L'action du chlore a donc été accompagnée d'une décomposition.

Le brome ajouté goutte à goutte à une bouillie de Coriamyrtine et d'alcool, jusqu'à ce que la masse présente une teinte jaune persistante, décompose aussi la Coriamyrtine en formant un composé bromé. Ce corps, séparé et purifié de la même manière que le précédent, se présente comme lui sous forme d'aiguilles blanches, et jouit de propriétés semblables. L'action du brome ou du chlore ne donne donc que des renseignements insuffisants pour l'établissement de la formule.

SÉANCE DU 15 MAI 1865.

Sur un Reptile fossile de l'Afrique australe, le Mésosaurus tenuidens; par M. Paul Gervais.

La pièce fossile étudiée par M. Gervais a été recueillie, il y a vingt ans, par M. Alexis Verreaux, dans une peuplade de Hottentots, les Guiquas; elle consiste en une plaque d'ardoise ayant de l'analogie avec celles que fournissent les marnes du lias et présentant l'empreinte en creux d'un reptile auquel M. Gervais donne le nom de Mésosaurus, à cause de ses affinités multiples. Le gisement précis est inconnu; mais, en tenant compte des dispositions anatomiques qui le caractérisent, on doit admettre que ce reptile appartient à la faune du lias ou à une autre faune chronologiquement peu éloignée de celle-là. Le Mésosaure ne se laisse assimiler, par ses caractères, à aucun des reptiles qu'on a signalés jusqu'à ce jour; ceux dont il se rapproche le plus sont les Lariosauriens; mais les différences notables qui le distinguent de ces animaux doivent le faire classer dans un genre à part. (Voir les *Mémoires de la section des sciences*, 1865.)

Sur les Sables marins des environs de Pézenas; par M. de Rouville.

M. de Rouville met sous les yeux de l'Académie deux mâchoires de Rhinocéros, dont il doit la communication à M. Riche (de Pézenas), et dont il avait été question dans la séance du 13 mars. Elles proviennent des sables caillouteux de Saint-Palais, qui se distinguent très-nettement du cailloutis désagrégé superficiel accompagné d'argile rouge ; elles établissent le parfait synchronisme de la formation de Saint Palais avec les sables marins de Montpellier.

Sur le fossile de Saumane (Vaucluse); par M. Westphal.

Ce fossile se trouve incrusté dans un rocher faisant partie de l'aire d'une maison de Saumane, village situé à 7 kilomètres environ nord-est de la petite ville de Lisle, département de Vaucluse, et à 5 kilomètres de Vaucluse.

Ce fossile, qui a été signalé par M. Courtet (ancien sous-préfet), dans son Dictionnaire des communes du département de Vaucluse, a tout à fait la forme d'un serpent. Sa longueur est d'environ 3 mètres et demi, et la largeur varie de 10 à 13 centimètres, selon les différentes parties du corps.

La tête paraît écrasée; le premier tiers du corps paraît en relief et montre les vertèbres encore assez distinctement, bien qu'usées par le frottement, le rocher dans lequel se trouve le fossile faisant partie du sol de l'aire.

Quant au reste du corps, on n'en trouve que l'empreinte en creux, mais bien conservée. La queue paraît être tronquée.

Essai d'exposition élémentaire des diverses théories de la Géométrie moderne; par M. Lenthéric.

M. Lenthéric montre que chacune de ces théories résulte d'un lemme particulier très-facile à démontrer par les principes de la transformation newtonienne, étudiée par l'auteur dans une série de mémoires [1]. Il présente ces lemmes dans l'ordre suivant :

Théorie des transversales. — *Si l'on prend un point sur chacun des côtés d'un polygone ou sur le prolongement, le produit des segments non consécutifs, divisé par le produit de tous les autres, donne un quotient constant, de quelque manière que l'on transforme la figure.*

Faisceau harmonique. — *Trois droites issues d'un même point se transforment en trois parallèles équidistantes.*

Pôle et polaire par rapport a deux droites. — *Deux droites et un point se transforment en deux parallèles et un point à l'infini.*

---

[1] Mémoires de la section des sciences ; 1859-60-62.

PÔLE ET POLAIRE PAR RAPPORT AU CERCLE. — *Un cercle se reproduit en prenant pour point de concours un point extérieur, et pour parallèle fixe la corde de contact de ce point.*

DROITES CONJUGUÉES. — *Lorsqu'un cercle se reproduit, le pôle d'une droite devient le pôle de la transformée de cette droite.*

ÉTUDE DES CONIQUES. — *Un cercle se transforme en une conique, dont les diverses propriétés se déduisent de celles du cercle.*

FOYERS.—*Lorsque l'on transforme un cercle, en prenant pour parallèle fixe un diamètre et pour axe des* y *une droite quelconque, le centre du cercle devient un foyer de la conique.*

POLYGONES INSCRITS ET CIRCONSCRITS AUX CONIQUES.— *Toute conique peut se transformer en un cercle qui peut se reproduire.*

CONTACT DES CERCLES OU DES CONIQUES HOMOTHÉTIQUES. — *Un cercle ou une conique se transforment en un autre cercle ou en une conique homothétique, en prenant pour point de concours un point quelconque extérieur, et pour parallèle fixe une parallèle à la corde de contact de ce point.*

DIVISIONS HOMOGRAPHIQUES. — *Deux droites sont les transformées d'une troisième droite, telle que trois points quelconques* a, b, c *de la première et trois autres points quelconques,* a', b', c' *de la seconde, proviennent des trois mêmes points* α, β, γ *de la troisième.*

DESCRIPTION DES CONIQUES PAR DES INTERSECTIONS DE DROITES. — *Les rayons homologues de deux faisceaux homographiques se coupent sur une conique qui passe par les centres de ces faisceaux.*

DESCRIPTION DES CONIQUES CONSIDÉRÉES COMME ENVELOPPES D'UNE DROITE. — *Les transversales qui joignent les points homologues de deux divisions homographiques sur deux droites, enveloppent une conique tangente à ces droites.*

THÉORIE DES POLAIRES RÉCIPROQUES, DUALITÉ. — *Si l'on joint deux points aux points homologues de deux divisions homographiques, on a deux faisceaux homographiques; une ou deux transversales coupent deux faisceaux homographiques en des points formant deux divisions homographiques.*

On peut démontrer directement chacun des théorèmes corrélatifs indiqués par la transformation réciproque.

Sur l'action réciproque des Sels solubles et des sels insolubles; par M. E. DIACON.

Lorsqu'on met en présence, surtout à chaud, un sel soluble et un sel insoluble, ils réagissent généralement l'un sur l'autre, et il y a formation des deux sels qui peuvent en dériver par double réaction; la décomposition du sel insoluble peut être complète, incomplète ou nulle. Ces phénomènes, en apparence si contraires aux lois de Berthollet, ont été

étudiés d'abord par Dulong, qui cherche à les expliquer, soit par la cohésion, soit surtout par la faible capacité de saturation de l'acide carbonique. H. Rose, qui n'a aussi expérimenté qu'avec des couples salins dont un élément était toujours un carbonate, les attribue à l'affinité. Enfin, M. Malagutti, dont les recherches présentent bien plus de généralité, arrive, par voie d'exclusion, à les considérer aussi comme dépendant de cette force.

L'auteur pense au contraire que les affinités existant entre les différents éléments dont se composent les deux sels ne suffisent pas pour expliquer la réaction. Il fait remarquer en effet qu'un excès du sel insoluble est sans action, tandis que l'addition d'une nouvelle quantité du sel soluble a une grande influence, ce qui ne saurait se comprendre si l'affinité agissait seule; il s'appuie, entre autres faits, sur l'expérience suivante : Un équivalent de sulfate de plomb est presque complètement décomposé par un équivalent de carbonate de soude en solution peu concentrée; mais si l'on dissout le dernier sel dans une quantité d'eau insuffisante pour dissoudre tout le sulfate de soude qui pourrait se former par double réaction, la décomposition est loin d'être complète; ici l'affinité eût pu s'exercer librement, la solubilité seule était gênée.

Quant à la cohésion, elle doit être rejetée, à moins qu'on n'admette qu'elle change en présence de chaque dissolvant; mais ce serait en faire une question de solubilité. L'auteur pense, contrairement à l'opinion de M. Malagutti, que le jeu des solubilités pourrait permettre d'expliquer tous les phénomènes observés. Après avoir montré que, dans les expériences que ce savant chimiste invoque pour rejeter l'action de cette force, il n'est pas tenu compte d'un fait important, sur lequel il a déjà appelé l'attention de l'Académie, l'influence des sels déjà dissous sur la solubilité d'un nouveau sel, M. Diacon cite une série de faits dans lesquels la solubilité des sels est profondément modifiée par la présence d'un autre sel, et fait voir que cette modification peut être telle que, de deux sels, le plus soluble soit celui qui se dissout le moins dans un pareil milieu. Parmi les faits concernant plus spécialement les sels insolubles, il cite les suivants : le carbonate de plomb, insoluble dans l'eau, devient assez soluble dans une dissolution de carbonate de soude; le carbonate de magnésie se dissout davantage en présence du sulfate de magnésie, etc.; le phosphate ammoniaco-cobalteux est rendu plus insoluble par la présence du phosphate tribasique d'ammoniaque, etc.

On ne peut donc négliger, dans l'étude des actions réciproques des sels solubles et des sels insolubles, ou pour mieux dire très-peu solubles, les modifications apportées aux solubilités par la présence des sels dissous. L'auteur indique comment, en tenant compte de ces modifications, on pourrait expliquer les différents cas qui se présentent. Il suffit, en effet, d'admettre un antagonisme dans l'action exercée par les sels solubles sur la solubilité des sels dits insolubles, pour comprendre que l'action s'arrête lorsqu'il s'est formé une quantité du nouveau sel soluble capable de gêner la solubilité du sel insoluble primitif, ou de favoriser suffisamment celle du sel insoluble qui s'est formé. Dans cet ordre d'idées, on comprend pourquoi, quand on enlève le nouveau sel soluble par un moyen quelconque (volatilisation, précipitation, etc.), un équivalent suffit toujours pour décomposer un

équivalent; pourquoi, dans le cas où la décomposition est incomplète, on peut la rendre complète en ajoutant beaucoup de sel soluble primitif, ou l'empêcher par l'addition d'une grande quantité du sel soluble qui se formerait par double réaction. On ne fait en effet que rendre l'action de certains sels prépondérante. L'auteur a pu empêcher la décomposition du chromate de baryte par le carbonate de soude, en ajoutant du chromate de soude; celle de l'oxalate de chaux par le carbonate de potasse, au moyen d'un excès d'oxalate de potasse, etc.; il cite aussi plusieurs nouveaux faits relatifs au premier cas. Il fait enfin remarquer que la fraction du sel insoluble décomposée augmente avec la température, ce qui s'explique parfaitement dans l'hypothèse précédente, l'effet de la chaleur étant d'augmenter la solubilité de presque tous les corps. L'auteur termine en annonçant qu'il continue ses expériences, et qu'il en exposera plus tard les résultats d'une manière plus complète.

SÉANCE DU 12 JUIN 1865.

Sur la végétation des Causses, et en particulier du plateau du Caylar; par MM. J.-E. PLANCHON ET G. PLANCHON.

Comme prélude à un travail d'ensemble sur les plateaux calcaires appelés *causses*, les auteurs exposent sommairement leurs recherches sur la végétation du Larzac, notamment celle du pas de l'Escalette et des environs du Caylar. Ils insistent particulièrement sur un double fait : 1° la présence fréquente d'un certain nombre d'espèces déjà signalées par l'un d'eux comme spéciales aux dolomies (*Armeria juncifolia*, *Arenaria hispida*, *Arenaria tetraquetra*, *Clypeola microcarpa* Moris, *fide* Loret (*Clypeola gracilis*, Planch.), *Aethionema saxatile*, *Kernera saxatilis*, etc. 2° l'absence de plantes véritablement alpines ou même alpestres, le prétendu *Anemone alpina* signalé par M. Loret n'étant autre que l'*Anemone pulsatilla*, et d'autres types de la région montagneuse des Cévennes, tels que les *Dentaria*, l'*Aconitum lycoctonum*, l'*Anemone nemorosa*, etc., indiquant plutôt des stations fraîches et ombreuses que des altitudes considérables. Parmi les plantes qu'on ne s'attendait pas à trouver sur le Larzac, et dont MM. Planchon donneront la liste dans un mémoire d'ensemble, ils se contentent de citer le *Dictamnus Fraxinella*.

Sur la Reproduction photographique des objets microscopiques; par M. A. MOITESSIER.

M. Moitessier met sous les yeux de l'Académie de nouveaux appareils destinés à la photographie des objets microscopiques. Dans le but de simplifier autant que possible le matériel nécessaire au micrographe, l'auteur propose d'obtenir d'abord un très-petit cliché de la préparation, et de l'amplifier ensuite par les procédés aujourd'hui en usage dans la plupart des ateliers de photographie. M. Moitessier a réalisé son idée à l'aide de deux dispositions très-simples et peu embarrassantes. La première consiste en un petit châssis

double, analogue à ceux qui servent aux reproductions stéréoscopiques. Ce châssis, qui permet d'obtenir successivement deux images sur une seule glace, glisse dans les coulisses d'une platine en cuivre qui s'ajuste sur le microscope à la place de l'oculaire. Le corps de l'instrument sert ainsi de chambre noire, et la mise au point, s'effectuant à l'aide de l'oculaire, comporte une très-grande précision.

La seconde disposition, analogue à la précédente, n'en diffère que par la plus grande dimension de l'appareil. Un châssis multiplicateur, à six ou huit ouvertures, est maintenu par une platine fixe supportée par quatre colonnettes entre lesquelles se place le microscope; on obtient ainsi très-rapidement un grand nombre d'épreuves. M. Moitessier présente à l'Académie plusieurs images de test-objets fort délicats obtenues par cette méthode. Les clichés primitifs n'ont que deux centimètres de diamètre et ne sont souvent visibles qu'à la loupe; mais leur finesse est telle qu'ils supportent une amplification de 8 à 10 fois sans rien perdre de leur netteté.

Enfin, l'auteur annonce qu'il a pu obtenir de bonnes reproductions stéréoscopiques sans recourir à l'emploi peu commode des microscopes binoculaires; il présentera à l'Académie ses nouveaux instruments dès que la construction en sera terminée.

Sur des Dessins de plantes en partie inédits de Richer de Belleval; par MM. J.-E. PLANCHON et G. PLANCHON.

Les auteurs présentent à l'Académie des planches en partie inédites du célèbre Richer de Belleval. On sait que ce fondateur de notre jardin botanique avait fait graver les figures d'environ cinq cents plantes, observées, soit autour de Montpellier, soit dans le cours de ses voyages dans les Cévennes, le Languedoc, les Pyrénées et les Alpes du Dauphiné. Un texte aujourd'hui égaré, et qu'on retrouvera peut-être dans quelque bibliothèque publique ou privée, accompagnait cette précieuse collection. Négligé par d'indignes héritiers, ce trésor scientifique, dont Belleval leur avait en vain légué la publication, ne fut connu que de loin en loin et par fragments incomplets, des botanistes du XVIIe et du XVIIIe siècle. Quelques épreuves presque subrepticement tirées par les soins de Sauvages et de Gouan furent soumises à Linné, à Seguier, à Haller, dont elles exercèrent la sagacité. Enfin, un élève de Gouan, le Dr Gilibert (de Lyon), devenu possesseur de ces cuivres, les fit tirer pour une publication formant l'appendice de ses *Démonstrations de Botanique*. Cette publication incomplète de Gilibert, quelques planches annexées à une courte notice d'Aug. Broussonnet, deux ou trois exemplaires incomplets (et perdus on ne sait où) du tirage fait par les soins de Sauvages et de Gouan, voilà tout ce qui restait de connu de l'œuvre de Belleval. Aujourd'hui cette œuvre entière apparaît dans son intégrité, dans son originalité primitives, car il ne s'agit de rien moins que de l'exemplaire même de l'auteur, exemplaire où les noms de plantes, imprimés en grec et en latin sur la planche, sont reproduits, avec traduction des mots composés grecs en phrases latines, de la propre main de Belleval. Quatre cent cinquante des planches ici en question vinrent, on ne sait comment, entre

les mains de notre compatriote Roubieu, qui prit soin de les classer et de les faire relier en quatre volumes in-4°, mais sans se douter que c'était là une partie de l'exemplaire de Richer de Belleval. A la mort de Roubieu, l'ouvrage, malheureusement perdu pour nos établissements scientifiques, passa, pour une somme relativement très-faible, dans la riche bibliothèque Delessert. C'est là que M. J.-E. Planchon put le consulter en août 1864, et c'est par un bonheur singulier qu'il lui fut donné de retrouver, quelques mois plus tard, le complément de l'ouvrage, dans cinquante planches toutes pareilles que M. Coulougnac lui soumit comme provenant d'un legs de M. le Dr Piron. Une confrontation de ces planches complémentaires avec celles de l'exemplaire de la bibliothèque permit bientôt à M. G. Planchon d'en mettre hors de doute l'identité de provenance et d'y reconnaître l'écriture même de Belleval. Ainsi, le résultat final aboutit à la découverte d'un exemplaire d'auteur, échappé, on ne sait par quelle fatalité, à la connaissance des biographes de Belleval, et sur lequel le célèbre fondateur de notre Jardin avait noté lui-même les corrections typographiques des planches.

Ce n'est pas ici le lieu d'insister sur le caractère, la nomenclature et la détermination de ces planches; MM. Planchon se proposent d'en faire le sujet d'un commentaire spécial. A cette occasion, et grâce à la générosité de M. François Delessert qui a bien voulu leur prêter l'exemplaire en quatre volumes, grâce aux soins intelligents de M. Pons, préparateur à l'École de Pharmacie, ils espèrent pouvoir reproduire photographiquement, par la méthode de superposition, les principaux types de ces planches, pris dans le nombre de celles qui sont encore inédites. Cette publication, dont quelques spécimens sont mis sous les yeux de l'Académie, sera un hommage tardif rendu à la mémoire vénérable de Richer de Belleval.

SÉANCE DU 17 JUILLET 1865.

Extension géographique du terrain du Riège; par M. de ROUVILLE.

M. de Rouville a constaté la parfaite identité du dépôt volcanique de la Bégude et de Saint-Adrien, près Béziers, et de la plaine de l'Estang, à l'ouest d'Aspiran, près Clermont-l'Hérault, avec la formation alluvio-volcanique du Riège.

De la fécondation des fleurs stériles de la Vigne; par M. H. MARÈS.

M. Marès expose le résultat de ses expériences sur la fécondation de diverses variétés de vignes qui souvent deviennent spontanément infertiles, et restent définitivement dans cet état. Parmi elles, il y en a deux principales chez lesquelles on observe ce phénomène beaucoup plus fréquemment que chez les autres : ce sont les Terrets, dont il sera d'abord question, et les Clairettes. M. Marès rappelle qu'il a déjà décrit le mode de floraison tout particulier des Terrets infertiles (*Vignes du midi de la France*, livre de la *Ferme*, tom. II). Tandis que la vigne fleurit ordinairement en soulevant, en forme de pavillon, les pétales de

la fleur qui, se détachant par le bas, restent réunis à leur sommet et tombent après avoir momentanément recouvert les étamines au-dessus du pistil, les Terrets inféconds fleurissent, au contraire, en ouvrant leurs pétales de haut en bas ; ceux-ci restent alors adhérents au calice au lieu de s'en détacher, comme dans le cas de la fleur normale et féconde. Il en résulte que ces fleurs infécondes paraissent beaucoup plus épaisses, plus doubles et plus vertes que les autres. Elles présentent une particularité remarquable : c'est de ne posséder qu'une odeur très-faible, souvent nulle. Les étamines et le pistil paraissent d'ailleurs normalement constitués, quoique les filets des étamines soient plus courts et que le stygmate se trouve plus rapproché de l'ovaire que dans les fleurs normales. Ces Terrets inféconds sont désignés vulgairement sous le nom d'*Avalidouïres*. Le pollen des fleurs d'Avalidouïres paraît conformé de manière à pouvoir opérer la fécondation ; cependant M. Marès ayant consulté à cet égard M. Planchon, ce dernier conçut des doutes. C'est alors que, pour s'assurer si cette opinion était fondée, M. Marès a eu l'idée de féconder artificiellement avec des fleurs normales, soit de Terrets, soit d'autres variétés, les fleurs infécondes des Terrets avalidouïres. Il suffit pour cela, au moment de la floraison, de choisir des fleurs anormales, et de secouer sur elles, en établissant le contact, le pollen des fleurs normales aussitôt qu'elles sont ouvertes. On détache ces dernières du cep ; il faut opérer le matin peu après le lever du soleil, et par un jour sec, sans rosée.

Des expériences comparatives faites sur plusieurs ceps avalidouïres ont démontré que la fécondation artificielle des fleurs anormales avec des fleurs normalement constituées, réussit à faire retenir le fruit sur les premières, et permet de rendre productifs les ceps inféconds ; l'opinion de M. Planchon, sur l'insuffisance du pollen, se trouverait ainsi confirmée par cette curieuse expérience.

Chez les Clairettes avalidouïres, sur lesquelles M. Marès attira aussi l'attention de M. Planchon, le mode de floraison est tout différent, et la fécondation artificielle n'a pu donner des résultats satisfaisants. Ce n'est plus l'inflorescence qui est seulement modifiée, ce sont plus particulièrement les organes génitaux, ainsi que le reconnut M. Planchon. Si la fécondation des fleurs anormales de ces Clairettes ne peut s'opérer, c'est que le pistil est couvert d'étamines doubles qui, s'appliquant sur lui et le recouvrant complètement, empêchent le pollen des étamines normales d'arriver jusqu'au stygmate. Ces fleurs anormales sont très-odorantes, et fleurissent en soulevant leurs corolles en forme de pavillon, à la manière des fleurs de vignes ordinaires.

M. Marès se réserve de faire connaître plus tard les résultats qu'il aura obtenus en fécondant les Terrets avalidouïres avec des fleurs fertiles de diverses variétés.

Passant à un autre ordre de faits, M. Marès examine quelles peuvent être les causes de la production des individus infertiles dans les diverses variétés de la vigne. Après avoir constaté que ce genre particulier de dégénérescence se manifeste fréquemment chez certaines espèces, comme les Terrets et les Clairettes, les Piquepouls, et presque jamais chez d'autres, telles que les Aramons, les Chasselas, les Grenaches, etc., ce qui établit l'in-

fluence considérable que la variété a sur cette modification particulière de la vigne, il recherche l'action que le sol et les cultures de la vigne peuvent avoir sur elle. Les cultures ne paraissent pas influer, car les variétés les plus disposées à devenir inféconde, abandonnées en friche pendant de longues années, ne se modifient pas lorsqu'elles sont plantées en coteaux bien ressuyés. Le sol paraît, au contraire, exercer une influence des plus directes; ce n'est guère, en effet, que dans les terrains mouilleux, mal ressuyés, dans lesquels les racines de la vigne sont exposées à l'action délétère de l'humidité prolongée, suivie ensuite de sécheresse, qu'on rencontre les individus inféconds. Dans les terrains secs, perméables et bien nivelés, on n'en trouve pas, à moins qu'elles n'y aient été introduites par des boutures tirées de sujets avalidouïres.

Le recépage, qui altère visiblement la fécondité de certaines variétés, sans toutefois les frapper d'infertilité, ne paraît avoir aucune influence, ainsi que M. Marès a pu l'observer sur de nombreuses vignes recépées de Terrets et de Clairettes. Il a vu au contraire se multiplier les ceps avalidouïres dans des terrains mouilleux dont il compte chaque année les ceps devenus inféconds, sans qu'il ait été possible d'arrêter cette dégénérescence par les fumures, la taille courte ou longue, les nombreux labours, les pincements, la greffe, le provignage, etc.

Au point de vue pratique, la première précaution à prendre lorsqu'on plante une vigne, c'est d'en assainir le sol et de le débarrasser des eaux qui le rendent mouilleux ; on y parvient, soit par le drainage, le nivellement, le défoncement, etc., lorsqu'il n'est pas suffisamment perméable de sa nature et ressuyé. La dégénérescence des ceps n'est plus alors à redouter.

Le phénomène des avalidouïres peut expliquer comment la vigne peut devenir complètement et définitivement infertile dans les sols froids à sous-sols glaiseux, où l'humidité est permanente pendant presque toute l'année, et comment on a pu croire ainsi à la transformation de certaines variétés, tandis qu'effectivement il ne s'est produit qu'une simple modification du système de floraison qui a conduit le cep à l'infécondité.

Nouvelles recherches sur la Coriamyrtine; par M. J. Riban.

Dans le but d'avoir de nouvelles données sur la nature de cette substance, l'auteur l'a soumise à l'action d'un grand nombre de réactifs. Voici les résultats qu'il a obtenus :

L'acide sulfurique concentré la détruit; à l'état de dilution, il la décompose à 100° en un corps résineux et en produits solubles qui réduisent le réactif cupro-potassique.

L'acide nitrique fumant l'attaque avec énergie; versé peu à peu sur la substance refroidie, il la transforme en un liquide qui, projeté dans l'eau, donne un précipité blanc floconneux; le composé nitré ainsi obtenu déflagre sous l'influence de la chaleur.

L'acide chlorhydrique gazeux et sec ne l'attaque pas, même à 100°; mais une dissolution faible de cet acide agit à 100°, comme l'acide sulfurique dilué.

L'acide acétique cristallisable attaque la Coriamyrtine d'une manière semblable quand on

le chauffe avec cette substance à 135°, en tube scellé, pendant plusieurs heures. Le liquide obtenu, évaporé à sec et repris par l'eau, donne une portion soluble réduisant le réactif cupro-potassique, et un corps insoluble qui, après dessiccation, se présente sous la forme d'une poudre blanche amorphe.

L'eau elle-même a une action toute semblable. En chauffant en tube scellé à 150° de la Coriamyrtine en présence de l'eau, on la décompose en une portion soluble réduisant les sels de cuivre, et en une matière résineuse.

Les bases très-énergiques, telles que la potasse, altèrent profondément la Coriamyrtine; mais en employant la baryte ou la chaux, l'auteur a obtenu des composés définis qu'il a étudiés. Le composé barytique a été préparé en maintenant pendant deux heures à 100° la Coriamyrtine en contact avec de l'eau de baryte; après avoir fait passer un courant d'acide carbonique dans la liqueur bouillante et séparé le précipité formé, on a obtenu par évaporation au bain-marie une masse amorphe jaunâtre, très-soluble dans l'eau, que l'on a purifiée par plusieurs lavages à l'éther. En traitant la solution par l'acide sulfurique, on peut en séparer la baryte et obtenir l'acide formé à l'état de liberté. Celui-ci, mis en contact avec le carbonate de baryte, lui prend exactement la même quantité de base qu'il possédait d'abord. Le composé barytique contient, d'après plusieurs analyses, de 18,6 à 19,4 pour 100 de baryte.

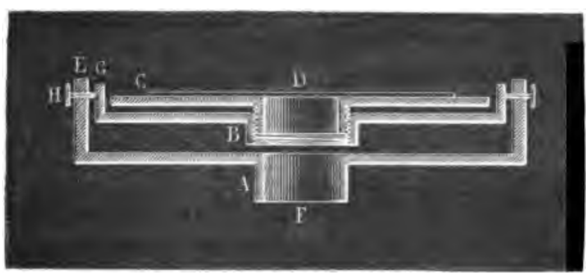
Quand on fait agir à froid l'amalgame de sodium sur une solution aqueuse de Coriamyrtine, cette substance est bientôt décomposée. Si, la réaction terminée, on sature la liqueur par un courant d'acide carbonique, on obtient par évaporation un résidu contenant une substance soluble dans l'alcool absolu. La solution alcoolique, évaporée, donne une masse amorphe, cassante, d'un jaune orangé, et soluble dans l'eau, l'alcool ordinaire et surtout dans l'alcool méthylique.

Les réactions qui précèdent montrent avec quelle facilité la Coriamyrtine se modifie sous les influences les plus faibles. L'auteur espère, malgré ces difficultés, arriver bientôt à fixer la formule de cette substance.

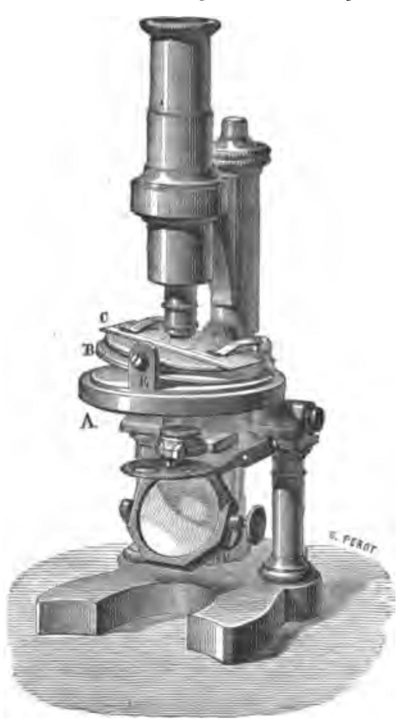
SÉANCE DU 20 NOVEMBRE 1865.

Sur la Reproduction stéréoscopique des objets microscopiques; par M. A. Moitessier.

Les microscopes binoculaires, appliqués à l'étude des corps opaques, fournissent des résultats qui ne laissent rien à désirer; mais il n'en est plus de même lorsqu'il s'agit d'une préparation transparente. Dans ce cas, la disposition des ombres et des lumières n'est plus la même pour les deux images, et il en résulte, surtout au point de vue photographique, des effets bizarres qui détruisent en grande partie la sensation du relief. Pour obvier à ce grave inconvénient, l'auteur fait usage d'un appareil fort simple, qu'il nomme *bascule stéréoscopique*, et qui peut s'adapter sur tous les microscopes.



La *fig.* 1 représente une coupe verticale de cet instrument; la *fig.* 2 le représente en perspective, fixé sur la platine d'un microscope. Il consiste essentiellement en une platine B, mobile autour d'un axe horizontal H, et supportée par une plaque fixe A qui s'adapte sur l'ouverture du microscope par l'intermédiaire du tube F. Un troisième disque C s'engage au moyen d'un pas de vis dans la platine B; cette disposition a pour but d'amener la face supérieure du porte-objet D sur un plan qui coïncide rigoureusement avec l'axe de rotation. Enfin, deux ressorts qui ne se voient pas sur la figure, maintiennent la bascule B inclinée d'une manière constante. Il est clair, d'après cela, que l'objet se présentera à l'objectif sous un angle dont l'amplitude dépend de la hauteur de l'axe de rotation et de la longueur de la bascule. Après avoir fait une épreuve dans cette première position, il suffit de fixer, au moyen d'une cale, la platine mobile dans une direction inverse de celle qu'elle occupait primitivement; la seconde épreuve ainsi obtenue reproduira l'objet sous une autre perspective, et si l'angle a été convenablement déterminé, les deux images satisferont parfaitement aux exigences de la vision stéréoscopique.

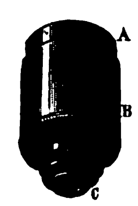


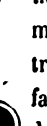
Cette méthode est d'une application tout à fait générale; elle permet l'emploi d'objectifs très-puissants, tels que le n° 5 de M. Nachet. On pourrait même faire usage des n°s 7 et 8, à la condition de diminuer autant que possible le diamètre de la monture de cuivre qui maintient la lentille antérieure.

Pour la reproduction des corps opaques, M. Moitessier propose un appareil plus simple encore que celui qui précède, et fondé sur le même principe que les microscopes binoculaires. Les deux images sont formées successivement avec les deux moitiés d'un même objectif, dont on cache alternativement la portion de droite ou de gauche; ces deux portions, agissant d'une manière tout à fait indépendante, voient l'objet sous deux angles différents, et les images qu'elles fournissent, superposées par un stéréoscope ordinaire, produisent la sensation du relief.

L'appareil qui réalise ces conditions, désigné

par l'auteur sous le nom de ***demi-diaphragme***, consiste en un tube de cuivre (*fig.* 3) dont une extrémité A est fixée sur la partie inférieure du corps du microscope. Dans l'intérieur de ce tube s'en trouve un second mobile, dont le mouvement de rotation est limité par une goupille D, s'engageant dans une fente demi-circulaire B, de façon qu'il accomplisse exactement une demi-révolution. La partie C, qui reçoit les objectifs, est munie d'un demi-diaphragme métallique qui en obture la moitié, comme on le voit en E L'objectif ne transmet donc que les rayons qui émergent de la moitié droite de sa surface; mais si l'on fait tourner d'une demi-révolution le tube intérieur, le demi-diaphragme se présentera dans une position inverse E', et l'objectif agira alors par sa portion gauche.





Cet appareil, surtout destiné à la photographie des corps opaques, permet cependant d'obtenir de bonnes reproductions d'objets transparents, si l'on se place dans des conditions d'éclairage spéciales. Il suffit de placer au-dessous de l'objet et très-près de lui un verre finement dépoli que l'on éclaire fortement par de la lumière convergente. Tout se passe alors comme si la lumière émanait de l'objet lui-même, et l'on évite ainsi les effets qui se manifestent avec de la lumière transmise. Toutefois, l'auteur n'a pu obtenir des résultats satisfaisants qu'avec des objectifs faibles; le n° 2 de M. Nachet ne se prête déjà plus à l'emploi de cette méthode.

Recherches sur les Fermentations; par M. Béchamp.

M. Béchamp communique les résultats nouveaux qu'il a obtenus en poursuivant ses recherches sur les fermentations.

Quand on fait fermenter un liquide sucré en couche mince à l'air libre, on n'obtient que la moitié environ de l'acide acétique qui se serait formé si la fermentation eût eu lieu en vase clos; l'accès de l'air favorise donc la vie physiologique de la levûre.

L'expérience suivante démontre qu'il peut y avoir production d'alcool en l'absence de levûre. Avec de l'empois suffisamment fluide pour baigner la levûre, il ne se forme que la quantité d'alcool que fournirait la levûre seule, et la levûre est détruite; mais si l'on ajoute à cet empois de la craie, il y a fermentation et production d'alcool.

On obtient aussi de l'alcool en abandonnant à l'air de la fécule soluble jusqu'à l'apparition de moisissures, et la plaçant ensuite dans une fiole, dans une pièce où est entretenue une température convenable.

De l'alcool peut encore être obtenu avec des substances incapables de produire du sucre, telles que l'acide lactique. En opérant avec de la craie et de la syntonine, on a en effet une fermentation très-complexe dans laquelle il se forme, non-seulement de l'acide butyrique, mais encore des acides gras supérieurs.

En faisant fermenter du sucre en présence de syntonine bien lavée et de la craie, on n'observe pas de vibrions ou de corpuscules animés de mouvement, mais seulement la

production de cellules de dimension moitié moindre que celle de la levûre. Le liquide distillé donne de l'alcool, de l'acide acétique, etc., mais en quantité correspondant seulement à la moitié du sucre employé ; l'autre moitié a donné naissance à une substance déviant à droite et ayant un pouvoir rotatoire particulier.

Après avoir exposé les faits qui précèdent, M. Béchamp ajoute qu'en étudiant les produits fournis par la fermentation putride d'un œuf d'autruche, il a pu constater que, bien qu'il se fût dégagé une quantié notable d'hydrogène sulfuré, l'albumine n'était pas altérée.

Sur l'Homographie; par M. LENTHÉRIC.

L'auteur montre comment, au moyen de la transformation des figures, on peut ramener le cas des divisions homographiques sur une droite, ou des divisions homographiques en involution, au cas plus simple des divisions homographiques sur deux droites parallèles.

De la recherche des Êtres microscopiques dans l'air atmosphérique; par M. CAUVY.

On se rappelle la belle découverte du professeur Bassi, de Lodi, à propos de cette maladie épidémique des vers à soie connue sous le nom de muscardine, qui autrefois répandait la terreur dans les magnaneries presque à l'égal de la pébrine, qui occasionne aujourd'hui des pertes si considérables aux pays séricicoles.

C'est vers 1836 que le botaniste de Lodi apprit au monde savant et aux éducateurs de vers à soie que cette maladie, jusqu'alors si mystérieuse dans sa cause, dans son apparition, dans son immense et facile extension, et surtout dans ses effets si désastreux, était la conséquence du développement, à l'intérieur des vers à soie, d'un cryptogame, le *Botritis Bassiana*.

Je m'occupais activement, à cette époque, de vers à soie, surtout au point de vue de la muscardine, contre l'invasion de laquelle j'avais déjà publié un moyen efficace ; je fus tellement frappé en apprenant que c'était un être organisé microscopique qui produisait tant de ravages, que je ne pus m'empêcher, par un rapprochement bien naturel, de faire cette réflexion : Ne pourrait-il pas un jour se rencontrer un de ces êtres microscopiques capable de se développer chez l'homme et les animaux à sang chaud, ainsi que sur les plantes utiles que nous soignons?

Depuis ce moment, j'ai été porté à admettre qu'un grand nombre de maladies observées chez l'homme ou chez les animaux, et dont les causes sont toujours restées mystérieuses, malgré les investigations et les recherches nombreuses qu'elles ont provoquées, dépendent de l'action exercée sur eux par différents êtres organisés.

C'est sous l'influence de cet ordre d'idées, qui n'ont fait que prendre un plus grand développement dans mon esprit par suite des faits nouveaux de parasitisme observés, que je formulais dans mon cahier de notes de 1854, dans les termes suivants, la pensée d'une

nouvelle méthode d'analyse de l'air atmosphérique, que je désignais par abréviation par le nom de *méthode d'analyse microscopique de l'air* : « Jusqu'ici on s'est contenté de rechercher dans l'air le rapport de l'azote et de l'oxygène, l'acide carbonique, la vapeur d'eau, quelques gaz carbonés et même des matières organiques; cela ne me paraît pas suffisant pour expliquer les épidémies, car, en admettant que la plupart des *pestes* soient dues à des corps organisés de nature végétale ou animale, c'est à la recherche de ces corpuscules répandus dans l'air qu'il faut désormais se livrer, pour compléter nos connaissances relatives à la constitution atmosphérique.

» Une fois ce mode d'analyse généralement adopté, les micrographes de tous les pays pourront décrire tous les êtres organisés observés dans l'atmosphère qui les environne, et étudier ainsi les variations de l'état atmosphérique sous ce rapport, eu égard aux époques, aux heures du jour et de la nuit, à l'état de santé normale et lorsqu'il y a des épidémies, sur les montagnes plus ou moins élevées, dans les bas-fonds et les lieux marécageux, sur les lacs ainsi que sur les fleuves où il existe des courants rapides. »

L'étude de ce qu'on pourrait appeler la flore et la faune microscopiques de l'atmosphère, sera singulièrement facilitée par la photographie microscopique, à l'aide de laquelle, et par des amplifications convenables, il sera facile de fixer la forme de tous les êtres organisés bien définis que l'on aura pu découvrir dans l'air.

Au moyen de ces représentations photographiques, il sera aisé de comparer les êtres microscopiques recueillis en divers lieux; et s'il est vrai que le choléra soit endémique dans le delta du Gange, comme l'est la fièvre jaune dans les terres chaudes du Mexique, en recueillant dans ces régions les êtres microscopiques ou leurs germes, et en les comparant à ceux recueillis dans une contrée européenne, soit dans des temps de santé normale des populations, soit en temps d'épidémie cholérique, on arriverait infailliblement à savoir si, comme quelques observateurs le présument aujourd'hui, cette maladie est due à des germes transportés au loin, soit par des courants d'air, soit par des voyageurs ou des marchandises venant du pays où règne cette épidémie.

Et même, sans aller dans des pays si éloignés, on arriverait facilement à résoudre cette question en comparant les êtres microscopiques trouvés en divers lieux à une époque de santé normale et dans des moments où le choléra ou d'autres maladies épidémiques y sévissent.

Il sera peut-être moins facile de démontrer la nature organisée de la cause des fièvres paludéennes, par la raison que ces sortes de maladies ne deviennent pas épidémiques dans les lieux éloignés des contrées où elles prennent naissance; mais il faut espérer qu'à la suite de recherches suivies, on pourra arriver à la connaissance de la cause des fièvres des marais, tout aussi inconnue que celle des maladies épidémiques dont je viens de parler.

Je terminerai cet exposé par quelques considérations sur l'état physique et les conditions particulières de la cause du choléra et de toutes les maladies qui peuvent être trans-

portées dans des pays lointains et s'y développer dans des proportions considérables.

Si ces causes provenaient de ce qu'on désigne sous le nom de miasmes, d'effluves miasmatiques, auxquels, faute de mieux, on attribue généralement la plupart des maladies épidémiques et endémiques, ces causes affecteraient l'état gazeux; or, en vertu de la facile et rapide diffusion des gaz au contact de l'air atmosphérique, ces effluves tendraient à se dissiper dans un espace pour ainsi dire indéfini, et dès-lors, quelque malignité qu'on leur suppose, leurs effets seraient complétement nuls par suite de leur diffusion, sans même faire intervenir l'action destructive de l'ozone, qui agirait d'autant mieux sur eux qu'ils seraient plus disséminés.

Il n'est donc que l'état solide qui puisse convenir à la cause du choléra; et pour expliquer les divers faits observés par rapport à l'apparition de cette maladie, à sa marche, à son extension, il faut admettre que sa cause est due à des corpuscules solides organisés vivants, et jouissant de la propriété de se reproduire dans des conditions convenables, de telle sorte que quelques-uns de ces corpuscules suffisent à l'infection de proche en proche de toute une contrée et même des contrées voisines.

Sans doute ce ne sont là, jusqu'à ce moment, que des hypothèses, mais elles me paraissent assez probables pour mériter de devenir la base d'expériences qui, si elles ne les justifient pas pleinement, amèneront à des résultats dont la science pourra profiter, comme l'a très-judicieusement fait observer M. Chevreul.

SÉANCE DU 11 DÉCEMBRE 1865.

Appareil propre à la recherche des Êtres microscopiques organisés dans l'air atmosphérique; par M. Cauvy.

Pour faciliter la recherche des êtres microscopiques dans l'air atmosphérique, qui peut-être nous conduira à la découverte de la cause générale des épidémies, j'ai imaginé, dès 1854, le petit appareil que j'ai l'honneur de présenter aujourd'hui à l'Académie ; il suffit d'un léger examen pour en comprendre la disposition et le jeu; j'aurai par conséquent peu de chose à dire pour compléter les notions nécessaires à son application.

L'appareil complet se compose de trois pièces principales : 1° d'un moteur à ressort ; 2° d'un ventilateur en fer-blanc disposé horizontalement et dont la partie supérieure, portant en son centre une douille circulaire, est susceptible d'être enlevée comme le couvercle d'une boîte, afin de permettre l'introduction des ailes du ventilateur ; 3° d'une boîte carrée se terminant inférieurement en trémie et s'adaptant sur le couvercle du ventilateur ; cette boîte porte intérieurement vers sa partie supérieure deux rebords parallèles, pouvant servir de support à une pièce en fer-blanc découpée pour le passage de l'air et disposée de manière à recevoir deux lames de verre, dites porte-objets, convenablement espacées ; un couvercle plan à rebords, percé de deux fentes parallèles espacées comme

les axes des deux porte-objets, d'une longueur un peu moindre et d'une largeur de cinq millimètres, sert à fermer la boîte.

Quant à la manière de se servir de cet appareil, elle est on ne peut plus simple. Toutes les pièces étant convenablement disposées, on place dans la boîte les porte-objets bien propres, nus, ou mieux enduits d'une très-mince couche d'une matière visqueuse et transparente, dont la dessiccation demande plus de temps que celui de la durée d'une opération. La boîte étant couverte, on monte le ressort, et on abandonne l'appareil à lui-même dans le lieu dont on veut analyser l'air; si l'on désire prolonger l'opération, on remonte encore le ressort jusqu'à ce que l'on voie sur les lames une trace visible à l'œil et représentant la forme des fentes du couvercle. Pour multiplier ces sortes d'expériences et les varier par rapport aux parties diverses de l'atmosphère d'une localité, on peut avoir une série de supports munis de leur porte-objets et disposés dans une boîte; une deuxième boîte vide servira à renfermer les supports, dont les porte-objets ont été déjà soumis à l'action du courant d'air ; il ne restera plus désormais qu'à examiner dans le cabinet, à l'aide d'un bon microscope, les traces laissées par l'air sur les divers porte-objets employés à l'expérience.

Si, au lieu du petit appareil à ressort que j'ai utilisé, on dispose d'un tournebroche à ressort, dont les ailerons servant de modérateur soient supérieurs au lieu d'être placés en dessous, comme dans la plupart des appareils de ce genre, on pourrait donner au ventilateur et à la boîte qui le surmonte, de plus grandes dimensions, et dès lors employer à chaque expérience un plus grand nombre de porte-objets.

On pourrait de même substituer, dans quelques cas, d'autres moyens d'aspiration à celui du ventilateur, qui convient surtout pour les appareils portatifs.

En recueillant les corpuscules directement sur les porte-objets, on leur conserve exactement leur forme et leurs dimensions, ce qui n'aurait pas lieu si l'on filtrait l'air en le faisant barbotter dans un liquide.

Au moyen d'un microscope muni d'une coulisse située au lieu de l'image réelle, il sera facile, en y plaçant une lame de verre collodionée et sensibilisée, de fixer la formo des objets qui paraîtraient mériter d'être observés, et cette image négative microscopique ainsi obtenue pourra très-bien être reproduite positive et amplifiée sur papier albuminé, au moyen du microscope solaire ; de cette manière, on pourra conserver l'image des êtres microscopiques recueillis dans diverses expériences, ce qui permettra de les mieux étudier en les comparant.

Gisement du Dinothérium à Montouliers (Hérault); par M. de Rouville.

L'auteur met sous les yeux de l'Académie un grand nombre de dents de Dinothérium recueillies dans la colline de Montredon, près Montouliers (Hérault). Cette colline est formée de calcaires et de marnes lacustres avec traces de lignites; les couches y sont horizontales, et posées en discordance de stratification très-nette sur les grès de Carcassonne,

contenant le Lophiodon : exemple remarquable de discordance entre l'horizon du calcaire grossier de Paris et le miocène. Les couches à Dinothérium recouvrent d'une manière concordante un certain nombre d'autres couches lacustres qui, par leur position, pourraient correspondre aux dépôts à Palœothérium; si cette correspondance se confirmait par la découverte d'une faune contemporaine de celle du gypse de Paris, on aurait en ce même lieu un exemple de discordance plus rare entre les dépôts des gypses de Montmartre et les sables de Fontainebleau ou les faluns de la Touraine.

Recherches sur l'Encéphale des poissons; par M. HOLLARD.

M. Hollard communique à l'Académie les principaux résultats des recherches auxquelles il s'est livré sur la relation de l'encéphale des poissons avec celui des autres animaux vertébrés. Pour comprendre les différences caractéristiques qui distinguent cet encéphale, il faut commencer par établir d'une manière parfaitement certaine et démonstrative la correspondance des parties qui le composent avec les divers organes cérébraux des vertébrés supérieurs. Or, jusqu'ici, cette correspondance a été l'objet de beaucoup de controverses, et si quelques homologies incontestables ont été reconnues, d'autres sont restées, ou hypothétiques, ou parfaitement méconnues.

Avant tout, ce qu'il faut faire ici, c'est de se rendre compte de ce qui caractérise généralement la constitution de l'encéphale vertébré, de ce qui appartient à la partie première et fondamentale de cet appareil, et de ce qui représente ses développements. Dans les vertébrés supérieurs, où ces deux régions cérébrales existent, la partie fondamentale, ce qu'on nomme aussi le noyau cérébral, se compose d'une série d'organes rattachés à la moelle allongée, et qui se succèdent d'arrière en avant comme suit : 1° Sur les côtés des cordons postérieurs écartés pour former le calamus, les petites masses grises connues sous le nom de valvules de Tarin; elles correspondent à l'insertion des racines du pneumogastrique; 2° plus loin, le cervelet porté essentiellement par les deux pédoncules que lui fournissent les cordons rectiformes; 3° en avant du cervelet, les tubercules jumeaux couvrant de leur base la suite du quatrième ventricule converti en canal ou aqueduc de Sylvius, tubercules ralliés au cervelet par les faisceaux connus sous le nom de *processus ad testes*; 4° puis, une double masse qui s'enroule autour de tout l'ensemble des cordons médullaires écartés de la ligne médiane, et devenus les pédoncules cérébraux; cette masse est la couche optique, elle donne le tractus médullaire qui, plus loin, devient le nerf de ce nom; 5° au-devant de la couche optique et dans une relation analogue avec les pédoncules, c'est-à-dire enroulés autour de ceux-ci, deux autres masses plus écartées de la ligne médiane, ce sont les corps cannelés ou striés; 6° enfin, les hémisphères qui se rattachent à leur naissance, et de leur partie la plus constante, à ces mêmes corps striés.

Voici maintenant l'encéphale des poissons. Il offre plusieurs masses successives, généra-

lement paires, à savoir : 1° sur les côtés du quatrième ventricule, deux paires de renflements plus ou moins prononcés ou effacés ; 2° un organe impair couché ou dressé, et quelquefois volumineux et sillonné, dont se détachent en avant deux faisceaux que nous allons retrouver tout à l'heure ; 3° deux lobes d'une constitution assez compliquée, et dont la partie superficielle donne naissance aux nerfs optiques ; 4° au-devant de ceux-ci, deux autres lobes d'un volume relatif variable, souvent sillonnés, pleins chez les poissons osseux, creusés de ventricules chez les plagiostomes, et donnant insertion aux racines du nerf olfactif, ou mieux au pédicule des tubercules ou lobes placés à l'origine de ce nerf ; 5° enfin, sous les lobes paires qui donnent les nerfs optiques, se voient deux masses ovoïdes connues sous le nom de lobes inférieurs.

C'est principalement sur les lobes des nerfs optiques et sur les lobes inférieurs que portent aujourd'hui les incertitudes des anatomistes, qui cherchent à ramener l'encéphale des poissons au type général du cerveau des vertébrés supérieurs. On a vu dans les lobes des nerfs optiques, tantôt de simples tubercules jumeaux, tantôt une portion des hémisphères. Ce sont, pour M. Hollard, des lobes complexes, avant tout des couches optiques, mais des couches optiques très-développées dans leur partie superficielle, leur coque, au point de couvrir en arrière les tubercules quadrijumeaux, lesquels sont ici très-caractérisés, surtout chez les poissons osseux, offrent des formes variables mais renflées et creuses, surmontant l'aqueduc de Sylvius, et reçoivent enfin du cervelet des cordons parfaitement assimilables aux *processus ad testes*.

Quant aux lobes inférieurs, il était impossible de leur assigner une signification précise et positive, avant de connaître leurs vraies relations avec les lobes voisins. Or, jusqu'ici, on ignorait ces relations. On croyait que les lobes antérieurs, considérés généralement et avec raison comme les hémisphères, faisaient suite aux lobes optiques, et que les inférieurs étaient hors de série. Les recherches de M. Hollard lui ont montré au contraire qu'ils succèdent aux lobes optiques et précèdent les hémisphères sur le cordon pédonculaire, et que leur position apparente tient à une double inflexion de ce cordon. Dès-lors les lobes inférieurs prennent dans la série des masses cérébrales, c'est-à-dire des parties fondamentales du cerveau, une place qui ne peut leur être contestée, et cette place intermédiaire aux couches optiques et aux hémisphères est celle des corps striés. Jusqu'ici on avait refusé aux poissons cet élément du noyau encéphalique, si directement lié aux hémisphères ; aujourd'hui, et grâce à la connaissance des vraies connexions des lobes inférieurs, à leur position sériale, les corps striés se retrouvent dans la dernière des classes vertébrées comme dans toutes les autres.

Sur les Courbes isothermes, par M. Garlin.

L'auteur se propose de faire une application de la physique mathématique au calcul intégral, au moyen du théorème suivant : ***Les trajectoires quelconques d'un système de courbes isothermes planes ou sphériques sont aussi isothermes.*** Il traite ainsi complétement

le problème des trajectoires quelconques pour tous les systèmes de courbes isothermes. Ce problème, qui a eu une grande célébrité au temps des Bernoulli, ne peut être traité en général que pour les trajectoires orthogonales. Au moyen du théorème ci-dessus, on détermine : 1° les trajectoires quelconques des cercles plans ou sphériques passant par deux points donnés ; 2° les trajectoires quelconques des coniques homofocales ; 3° les trajectoires quelconques des cassinoïdes homofocales. Les équations différentielles relatives à ces divers problèmes ne peuvent pas être intégrées par les procédés ordinaires de l'analyse.

L'auteur démontre aussi les deux théorèmes suivants :

Les seuls systèmes circulaires isothermes, tant dans le plan que sur la sphère, sont les cercles concentriques ou de même pôle, et les cercles passant par deux points.

Les seuls systèmes circulaires doubles, à la fois isothermes et orthogonaux, soit dans le plan ou sur la sphère, sont les cercles passant par deux points et les cercles orthogonaux.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MONTPELLIER

PENDANT L'ANNÉE 1863.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES FAITES A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MONTPELLIER. — JANVIER 1863.

JOURS du mois.	HUIT HEURES DU MATIN. Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	MIDI. Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	QUATRE HEURES DU SOIR. Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	THERMOMÈTRE. Maximum.	Minimum.
1	763,4	4,0	nuageux	NO très-faible	763,8	6,2	très-nuageux	NO faible	764,2	6,9	nuageux	SO très-faible	7,5	2,0
2	62,4	4,0	presque couvert	N très-faible	60,6	6,9	couvert	N très-faible	59,3	8,9	presque couvert	NE très-faible	10,0	2,5
3	57,5	6,0	pluie	NO faible	57,6	8,9	nuageux	NO faible	57,5	8,0	nuageux	NO faible	9,8	3,0
4	55,9	4,5	couvert	N faible	54,8	6,4	couvert	E faible	53,8	8,0	couvert	N faible	9,0	1,5
5	51,2	10,9	couvert	S assez fort	50,6	12,0	presque couvert	S assez fort	50,1	11,9	couvert	S faible	13,5	8,0
6	47,1	12,0	couvert	S faible	45,6	13,6	presque couvert	S faible	43,1	12,9	presque couvert	S faible	14,0	11,0
7	42,8	5,2	beau, qq. nuages	NO faible	44,2	9,0	beau	NE faible	44,0	7,5	très-nuageux	NE faible	9,5	5,0
8	48,5	3,8	beau	OSO faible	49,6	7,0	très-nuageux	SO faible	50,3	6,0	nuageux	SO faible	7,7	2,0
9	55,3	2,0	beau	N faible	55,0	5,0	couvert	NE faible	51,9	8,0	couvert	SE faible	8,0	1,0
10	47,4	9,2	nuageux	SO faible	48,1	11,0	nuageux	S faible	48,6	10,0	beau, qq. nuages	E faible	12,5	7,0
11	54,1	7,0	nuageux	NO assez fort	57,8	9,8	beau, qq. nuages	O assez fort	59,4	8,5	beau	NO assez fort	10,5	6,5
12	64,0	5,2	beau	O très-faible	64,6	8,5	beau	NE très-faible	64,0	8,5	beau	E faible	10,0	4,0
13	64,3	2,0	beau, qq. cirrus	N faible	64,0	6,5	beau	NE faible	63,3	7,0	beau	NE faible	8,5	1,0
14	60,0	2,8	couvert	NE faible	58,9	5,0	couvert	NE faible	58,1	5,0	couvert	NE faible	6,0	1,5
15	57,3	2,0	très-nuageux	N faible	57,5	5,2	couvert	NE assez fort	57,2	2,0	pluie	NE fort	5,5	1,0
16	57,1	5,0	pluie	S faible	58,5	6,0	très-nuageux	E faible	59,0	6,2	très-nuageux	E faible	7,5	0,5
17	56,6	2,8	très-nuageux	NE assez fort	56,4	4,5	très-nuageux	NE fort	55,6	4,9	très-nuageux	NE fort	5,5	2,0
18	53,2	2,5	beau, qq. nuages	N faible	52,2	5,2	beau	NO fort	51,2	4,5	beau, qq. nuages	NO fort	6,3	2,0
19	52,0	7,0	beau, qq. nuages	NO assez fort	51,6	11,6	nuageux	O très-fort	51,7	11,9	beau, qq. nuages	N très-fort	13,5	8,0
20	55,2	11,0	très-nuageux	NO assez fort	54,4	12,8	beau	NO fort	54,1	11,0	couvert	O faible	14,3	9,0
21	59,3	7,0	beau	NO assez fort	59,9	10,0	nuageux	NO faible	59,8	9,8	beau, qq. nuages	ONO assez fort	10,7	6,0
22	61,9	4,6	beau	NO faible	61,2	10,8	beau	ONO faible	60,4	10,5	beau	OSO faible	12,0	3,5
23	62,9	6,2	très-nuageux	NE faible	63,3	8,7	couvert	NE faible	62,8	10,7	presque couvert	E faible	12,0	3,0
24	63,3	9,0	brouillard	NE faible	63,3	11,0	presque couvert	NE faible	62,4	11,0	presque couvert	NE faible	13,5	8,5
25	67,8	8,5	beau	NO très-fort	69,4	11,0	beau	NO très-fort	69,6	10,9	beau	NO fort	12,0	7,0
26	70,9	4,5	beau, qq. nuages	NO assez fort	70,0	13,0	beau, qq. nuages	NE assez fort	69,6	11,4	beau	NE faible	13,5	3,0
27	69,7	3,0	beau	NO faible	69,3	8,7	beau	NO faible	67,8	8,5	beau, qq. vap.	SO faible	10,5	1,5
28	66,6	8,9	beau	NE faible	65,9	13,5	beau	N assez fort	65,2	13,0	beau	NO assez fort	14,5	6,0
29	66,3	2,0	beau	NO faible	65,9	8,5	beau	NE faible	64,9	9,5	beau, qq. vap.	NE très-faible	11,0	0,0
30	62,1	5,6	couvert	N faible	61,0	9,2	très-nuageux	NE faible	59,0	11,0	presque couvert	SE faible	12,5	2,0
31	60,0	10,0	couvert	SE très-faible	60,0	12,0	couvert	SE faible	59,2	11,5	presque couvert	ESE faible	13,5	8,0
Moyenne du mois.	758,58	5,75			758,53	8,95			757,95	8,88			10,48	3,94

Altitude du baromètre : 58,7 mètres.

Quantité de pluie tombée pendant le mois : 71,50 millimètres.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES FAITES A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MONTPELLIER. — FÉVRIER 1863.

JOURS	HUIT HEURES DU MATIN.				MIDI.				QUATRE HEURES DU SOIR.				THERMOMÈTRE.	
du mois.	Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	Maximum.	Minimum.
1	761,4	7,8	nuageux	NE très-faible	761,6	12,1	nuageux	NO faible	761,2	12,1	beau	SO faible	13,7	6,5
2	65,7	6,5	beau	NO faible	65,6	13,0	beau	NO faible	64,0	12,8	beau	O faible	14,1	4,5
3	63,7	5,5	très-nuageux	N faible	63,7	10,5	très-nuageux	NE faible	62,9	11,0	très-nuageux	ESE faible	13,1	3,5
4	65,5	8,0	très-nuageux	NO faible	66,8	10,5	beau	NO assez fort	66,8	9,5	beau	N assez fort	11,5	5,0
5	69,4	3,0	beau, qq. vap.	N faible	68,3	10,2	beau, vapeurs	NO faible	67,5	9,5	vapeurs	NO faible	12,0	1,0
6	66,9	8,9	beau, qq. vap.	N faible	66,8	12,3	beau, qq. cirrus	NE faible	66,4	13,5	beau	NO très-faible	14,0	7,5
7	66,6	5,0	beau	NO faible	66,5	12,0	beau	O faible	65,3	12,5	beau, qq. vap.	SO faible	13,5	4,0
8	62,4	8,0	couvert	NE faible	61,2	9,5	couvert	NE faible	59,3	11,0	nuageux	NE faible	13,5	6,0
9	58,9	6,0	beau	N faible	58,7	12,8	beau	N assez fort	58,5	12,0	beau, qq. cirrus	N assez fort	13,5	5,0
10	62,3	3,0	beau	OSO faible	63,2	9,0	beau	N faible	63,1	10,0	beau	N faible	11,0	1,0
11	66,2	5,0	nuageux	N faible	66,9	9,8	beau, qq. nuages	NE faible	66,2	10,5	beau	SE faible	13,0	3,0
12	68,1	5,0	nuageux	NE faible	68,8	8,7	presque couvert	NE faible	67,9	10,0	presque couvert	E faible	12,0	2,5
13	68,1	3,0	beau, qq. cirrus	NO faible	67,8	10,1	beau, qq. vap.	O faible	65,5	10,0	beau	S faible	12,0	2,5
14	65,4	3,0	beau	N faible	65,1	8,7	beau	NE faible	62,7	11,0	beau	NNE faible	11,5	1,0
15	64,4	4,9	presque couvert	NNE assez fort	66,0	8,0	couvert	NE faible	65,9	8,6	couvert	NE faible	10,5	1,0
16	68,1	4,6	nuageux	NNO faible	68,5	9,1	presque couvert	NNE faible	68,8	8,0	pluie	ENE faible	11,0	3,5
17	68,8	3,2	beau	N faible	66,7	8,0	beau, qq. cirrus	NE faible	66,2	8,9	beau, qq. vap.	NE faible	9,5	1,0
18	67,9	2,5	beau, qq. vap.	N faible	68,0	8,0	beau	NE faible	66,4	8,0	vapeurs	S faible	10,4	2,0
19	65,4	1,5	beau	N faible	65,2	8,0	beau	NE assez fort	64,8	9,9	beau	NE faible	10,5	— 0,5
20	65,6	1,9	beau	N faible	66,0	9,0	beau	NNE faible	64,7	11,0	beau	S faible	12,0	0,0
21	66,9	2,4	beau	N faible	67,3	10,2	beau	SSE faible	66,6	10,0	beau, vapeurs	SSE faible	11,5	0,5
22	65,9	2,9	beau	NO faible	65,7	9,5	beau	NNE faible	63,5	11,6	beau	ONO faible	12,5	1,0
23	63,7	4,0	beau	NO très-faible	62,9	10,5	beau	SO faible	60,9	12,9	beau	NE faible	13,5	1,5
24	59,5	4,8	nuageux	NO faible	59,4	10,0	nuageux	NE fort	59,8	10,0	beau, qq. vap.	NE fort	12,4	2,5
25	66,3	5,5	beau, qq. vap.	NE faible	67,0	10,5	beau	NE faible	66,6	11,5	beau	SE faible	12,7	4,0
26	69,8	5,0	beau	N faible	69,2	11,0	beau	NE faible	67,8	11,8	beau	SO faible	13,5	3,5
27	65,7	6,0	presque couvert	NE faible	64,8	12,8	nuageux	NE faible	63,4	12,7	nuageux	NE faible	14,7	3,0
28	62,9	4,2	beau, qq. vap.	N faible	62,0	12,9	beau, vapeurs	S faible	60,5	13,5	beau, qq. vap.	S faible	15,0	2,5
Moyenne du mois.	765,39	4,68			765,35	10,24			764,36	10,85			12,48	2,80

Altitude du baromètre : 58,7 mètres.

Quantité de pluie tombée pendant le mois : 23 millimètres.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES FAITES A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MONTPELLIER. — MARS 1863.

JOURS du mois.	HUIT HEURES DU MATIN. Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	MIDI. Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	QUATRE HEURES DU SOIR. Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	THERMOMÈTRE. Maximum.	Minimum.
1	761,6	5,0	beau	NO faible	761,4	12,8	beau	NE faible	760,4	10,0	beau	S faible	13,5	2,0
2	62,2	4,0	beau	N faible	62,1	13,0	beau	NE faible	60,8	13,0	beau	S faible	13,5	1,9
3	59,9	7,1	presque couvert	NE assez fort	59,2	12,9	presque couvert	SE assez fort	57,0	12,3	presque couvert	SE assez fort	15,5	4,0
4	54,8	8,9	nuageux	E faible	54,1	12,0	couvert	SE assez fort	52,9	11,8	couvert	ESE assez fort	14,4	7,0
5	52,0	10,9	couvert	S faible	52,6	13,1	éclaircies	SE assez fort	52,2	12,0	couvert	E fort	15,5	8,5
6	55,0	11,3	couvert	S faible	55,7	14,3	très-nuageux	SSE assez fort	55,6	13,7	très-nuageux	SE assez fort	16,1	8,0
7	56,8	9,0	brouillard	NNE très-faible	56,0	12,5	brouillard	N très-faible	58,7	12,8	pluie	E très-faible	16,0	8,5
8	53,3	11,1	couvert	NO très-faible	52,5	16,0	presque couvert	NO très-faible	51,2	15,2	presque couvert	O faible	18,0	8,9
9	47,1	9,0	couvert	NNE faible	44,7	10,0	couvert	NE faible	41,2	8,0	couvert	NNO faible	11,0	7,5
10	46,7	6,4	cirrus	SO faible	47,6	10,4	beau, qq. nuages	NO fort	47,1	10,2	beau	O assez fort	11,5	3,5
11	42,0	5,8	couvert	ONO assez fort	44,1	8,9	couvert	NO très-fort	46,3	10,0	très-nuageux	NNO fort	11,2	4,0
12	51,4	6,9	cirrus	NO faible	49,5	11,0	nuageux	O assez fort	47,0	10,9	nuageux	SO faible	13,4	3,9
13	42,5	7,0	couvert	O fort	42,5	9,8	nuageux	NO très-fort	42,4	9,0	très-nuageux	O très-fort	11,5	6,5
14	47,5	8,0	beau	ONO fort	47,9	10,4	beau, qq. nuages	NO très-fort	47,8	10,2	nuageux	NO très-fort	1[illegible],2	4,5
15	43,8	6,5	pluie	SO faible	40,6	10,3	beau	O très-fort	39,6	9,9	nuageux	O très-fort	12,0	5,0
16	39,8	8,0	beau, qq. nuages	N très-fort	39,9	10,8	beau, qq. nuages	N violent	41,8	9,5	presque couvert	NNO violent	11,5	4,0
17	50,0	7,8	nuageux	NO très-fort	50,2	11,0	nuageux	NO très-fort	51,2	10,0	nuageux	NO très-fort	12,0	3,8
18	55,8	7,8	beau	NO fort	54,5	9,0	beau, qq. nuages	NO très fort	53,1	7,2	très-nuageux	NO très-fort	10,0	5,0
19	52,1	5,8	beau	N très-fort	54,3	8,8	beau	NO très-fort	54,9	8,6	beau	N très-fort	10,0	8,0
20	57,9	7,0	beau	NNO fort	59,1	10,0	beau	NNO fort	58,9	11,0	beau	N fort	12,3	5,0
21	58,2	10,5	beau	NO fort	57,5	12,0	beau, qq. nuages	NO très-fort	56,6	12,0	beau	NO très-fort	14,0	5,5
22	58,8	9,5	beau	N très-fort	59,5	13,9	beau	N très-fort	59,2	15,2	beau	NE fort	16,3	5,3
23	61,9	9,8	beau	N faible	63,1	13,8	beau, qq. nuages	NE faible	62,9	14,0	beau	NE faible	15,0	4,5
24	66,9	8,0	beau, qq. vap.	N faible	66,7	14,2	beau	NE faible	65,4	14,5	beau, qq. vap.	SSO faible	17,0	3,5
25	65,6	11,0	beau	NO faible	65,5	17,0	beau	NE faible	64,0	17,0	beau	S faible	19,5	5,8
26	64,5	11,0	beau	NNE faible	63,9	16,8	beau, qq. nuages	SE faible	61,8	16,4	beau	SO faible	19,5	6,8
27	61,8	14,0	beau	NO faible	60,7	17,5	beau	NE assez fort	59,1	17,5	beau	NE assez fort	19,4	8,5
28	60,2	12,0	beau	N faible	58,6	17,0	beau	NO très-fort	56,3	17,5	beau, qq. vap.	NO très-fort	19,2	7,0
29	57,1	12,0	cirrus	NO très-fort	56,5	14,0	nuageux	O très-fort	55,5	14,8	beau	NO très-fort	17,4	10,5
30	56,0	12,8	beau	NNO fort	54,2	17,5	beau, qq. cirrus	NNO fort	52,6	18,5	beau, qq. cirrus	NE assez fort	19,5	8,0
31	54,7	11,5	vapeurs	NO faible	54,9	17,8	beau, vapeurs	N faible	54,6	17,0	presque couvert	S faible	19,7	7,0
Moyenne du mois.	754,75	8,88			754,50	12,85			753,65	12,57			14,76	5,69

Altitude du baromètre : 58,7 mètres.

Quantité de pluie tombée pendant le mois : 43,88 millimètres.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES FAITES A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MONTPELLIER. — AVRIL 1863.

JOURS du mois.	HUIT HEURES DU MATIN.				MIDI.				QUATRE HEURES DU SOIR.				THERMOMÈTRE.	
	Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	Maximum.	Minimum.
1	757,9	12,0	très-nuageux	N faible	758,3	18,0	très-nuageux	S faible	757,9	16,2	beau, qq. nuages	ENE faible	20,7	8,5
2	59,8	12,1	presque couvert	NNE faible	60,0	16,9	très-nuageux	SE faible	59,4	15,8	beau	S faible	20,0	10,0
3	60,9	12,9	beau	NNE faible	60,3	17,9	nuageux	S faible	58,9	16,8	presque couvert	S faible	20,0	7,0
4	57,2	14,5	beau	N faible	56,7	20,0	beau, qq. nuages	S faible	55,4	18,7	nuageux	NO faible	22,2	8,5
5	57,3	13,8	beau	N faible	57,0	18,0	beau	NE faible	56,1	16,8	beau	S faible	20,0	9,0
6	55,9	13,5	nuageux	NE faible	55,2	16,9	beau	S faible	54,1	16,0	beau, qq. nuages	S faible	18,5	8,6
7	54,1	12,8	beau, qq. cirrus	ONO faible	54,1	18,7	beau, qq. cirrus	SSO assez fort	54,4	16,0	très-nuageux	ONO assez fort	20,3	6,2
8	56,7	14,5	beau, qq. nuages	NO assez fort	56,5	17,5	nuageux	NO très-fort	55,8	18,3	nuageux	NO fort	19,0	10,0
9	55,1	16,8	beau	NO fort	54,9	21,0	beau, qq. nuages	NNE assez fort	53,6	22,8	beau	NNO faible	24,7	13,0
10	54,9	16,0	beau, qq. cirrus	NE faible	54,5	19,0	beau, qq. nuages	E assez fort	53,9	16,8	couvert	E assez fort	21,4	10,5
11	53,3	15,0	couvert	S faible	53,3	17,5	presque couvert	SE faible	52,6	15,3	couvert	SE faible	19,5	13,0
12	51,7	11,5	nimbus	N faible	52,8	10,5	pluie	NNE faible	53,2	13,0	couvert	NE assez fort	14,5	10,0
13	55,1	13,9	couvert	NE faible	55,1	16,8	couvert	NE faible	55,1	15,0	couvert	NO faible	18,2	10,0
14	56,5	10,5	pluie	NE faible	56,7	12,0	pluie	NE faible	56,7	13,7	pluie	N faible	14,5	10,0
15	56,7	13,5	nuageux	NO faible	56,2	18,9	très-nuageux	NO faible	55,7	16,1	vapeurs	ONO faible	19,4	9,8
16	55,8	11,9	beau	NO fort	55,1	15,6	beau	NO assez fort	53,7	16,0	beau, qq. nuages	NO assez fort	17,0	8,5
17	56,1	14,0	beau	N assez fort	56,5	18,9	beau, qq. nuages	N assez fort	56,2	19,0	nuageux	O faible	21,5	7,0
18	57,7	15,8	beau, qq. nuages	NO faible	57,1	20,1	très-nuageux	NNO assez fort	56,2	20,5	beau, qq. nuages	NO assez fort	22,4	10,0
19	58,3	15,0	beau	N faible	58,1	19,9	beau	NE faible	57,2	18,0	beau	SE faible	21,5	9,0
20	56,3	16,3	beau	NE faible	56,7	21,5	beau	S faible	56,0	20,0	beau	S faible	23,0	10,0
21	57,6	15,0	vapeurs	N faible	57,2	20,2	beau	S faible	55,9	23,1	beau, qq. nuages	NO assez fort	24,5	8,0
22	57,8	17,8	beau, qq. vap.	NE très-faible	57,3	22,0	beau	NO très-faible	55,9	23,5	beau	NO faible	25,2	12,0
23	59,0	17,9	beau	NO faible	58,9	21,9	beau	O fort	58,3	21,0	beau	O fort	23,5	12,0
24	61,2	14,9	beau	N fort	61,2	18,0	beau	NNE fort	60,9	17,5	beau	NNE fort	19,4	11,0
25	64,8	14,8	beau	NO faible	63,7	20,0	beau	NNO assez fort	62,2	21,7	beau	N fort	22,5	7,8
26	61,7	16,8	beau	N faible	60,3	24,5	beau	NNE fort	59,0	26,9	beau	NNE fort	27,4	10,0
27	59,2	20,0	beau	N faible	59,0	25,0	beau	S faible	57,8	21,9	beau	S faible	26,5	12,5
28	58,2	15,0	beau, vapeurs	NE faible	57,0	20,5	beau, qq. vap.	S faible	55,1	24,8	beau	NO fort	25,0	11,8
29	53,5	13,2	couvert	OSO faible	52,6	17,0	très-nuageux	ONO assez fort	51,5	17,4	très-nuageux	ONO assez fort	20,0	11,5
30	53,5	10,1	couvert	NO faible	53,3	14,8	couvert	NNE fort	52,8	15,5	couvert	NNE faible	17,0	5,0
Moyenne du mois.	757,13	14,39			756,85	18,65			756,05	18,47			20,98	9,71

Altitude du baromètre : 58,7 mètres.

Quantité de pluie tombée pendant le mois : 42,70 millimètres.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES FAITES A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MONTPELLIER. — MAI 1863.

JOURS du mois.	HUIT HEURES DU MATIN. Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	MIDI. Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	QUATRE HEURES DU SOIR. Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	THERMOMÈTRE. Maximum.	Minimum.
1	748,5	11,8	couvert	NNE très-fort	747,4	17,3	presque couvert	NNE très-fort	747,0	19,0	couvert	ENE fort	20,0	9,0
2	49,3	14,7	couvert	SSE assez fort	50,3	17,9	très-nuageux	SSE assez fort	50,6	15,5	couvert	ESE faible	20,0	12,0
3	51,4	13,4	pluie	ENE faible	51,4	17,3	très-nuageux	ESE faible	51,4	17,5	très-nuageux	SSE faible	20,1	12,0
4	53,3	14,2	très-nuageux	NNE faible	53,6	15,4	pluie	ENE faible	53,5	17,7	nuageux	S faible	21,4	11,3
5	55,6	13,6	très-nuageux	NNO faible	55,7	20,7	nimbus	SSO faible	55,4	16,5	pluie	ONO faible	22,9	11,0
6	57,8	18,0	nuageux	ONO assez fort	57,4	22,6	nuageux	OSO faible	56,8	20,1	nuageux	OSO faible	25,5	12,5
7	58,7	17,8	très-nuageux	NNO faible	58,6	22,1	beau, qq. nuages	ONO faible	57,4	22,8	beau, qq. nuages	OSO faible	25,8	13,5
8	58,4	18,6	beau	NNE faible	58,0	22,5	beau, qq. nuages	NNE faible	56,0	23,0	beau, qq. nuages	SSO très-faible	24,9	12,8
9	56,9	14,8	pluie	ONO très-faible	56,9	15,8	pluie	ENE très-faible	55,5	17,2	pluie	ESE très-faible	20,5	13,4
10	55,3	16,5	couvert	NNO faible	54,9	20,9	nuageux	ONO faible	54,5	18,6	nimbus	ONO faible	21,5	13,5
11	56,3	16,6	très-nuageux	ONO assez fort	56,7	21,7	beau, qq. vap.	N assez fort	56,5	22,3	beau, qq. nuages	NNO faible	24,3	14,5
12	58,7	17,1	cirrus	ONO faible	58,4	22,5	beau	NNE faible	56,9	23,8	beau, qq. vap.	SO faible	25,2	12,2
13	57,1	20,0	nébuleux	ONO faible	57,8	21,5	pluie	ONO faible	57,0	17,5	couvert	O faible	21,8	12,5
14	57,9	17,8	beau, vapeurs	ONO assez fort	58,1	22,5	beau	NO faible	56,9	23,5	beau	NO faible	24,9	12,8
15	59,2	19,3	beau, cirrus	ONO faible	59,0	23,5	beau	ONO faible	58,2	24,4	beau	SSO très-faible	26,1	11,0
16	58,6	22,4	beau	NNO faible	57,8	26,6	beau	ESE faible	57,1	26,0	beau	SSO très-faible	28,7	13,6
17	55,9	18,3	couvert	ENE faible	56,1	22,2	nuageux	ESE faible	55,4	20,5	nuageux	ENE faible	27,0	14,2
18	53,5	20,8	beau, qq. nuages	ENE faible	52,8	22,0	très-nuageux	ESE faible	51,7	20,3	presque couvert	SSE faible	24,7	15,0
19	48,8	19,8	couvert	SSE assez fort	49,2	19,7	nimbus	SSE faible	53,3	15,3	éclaircies	ESE faible	22,7	17,0
20	58,8	15,2	beau	NNE faible	59,0	20,0	beau	SSO faible	58,3	20,3	nuageux	OSO faible	22,4	8,5
21	57,8	16,8	vapeurs	NNE faible	57,1	22,0	beau	SSO faible	56,1	21,3	vapeurs	SSO faible	24,5	11,0
22	53,2	17,5	très-nuageux	NNE faible	51,9	24,0	nébuleux	SSO faible	49,9	21,8	nébuleux	SSO très-faible	27,1	11,2
23	47,1	18,7	pluie	ONO faible	47,2	13,5	orage	NNE faible	45,5	14,0	pluie	NNO faible	19,5	17,0
24	47,4	15,9	couvert	NO assez fort	47,4	19,8	éclaircies	ONO assez fort	47,3	19,8	éclaircies	N fort	21,0	12,0
25	49,5	17,0	nébuleux	NO faible	49,4	19,9	presque couvert	NO faible	49,0	18,2	nimbus	NO faible	23,0	12,0
26	53,5	14,5	beau, qq. nuages	N assez fort	54,4	17,4	beau, qq. nuages	NNO assez fort	53,7	19,3	nuageux	NE faible	21,0	10,5
27	61,6	15,6	beau	NNE assez fort	61,6	20,5	beau	ENE faible	61,6	21,2	beau	SSE faible	22,0	9,2
28	61,7	18,4	très-nuageux	NE assez fort	61,2	21,6	couvert	NE faible	60,5	19,9	qq. gouttes	O faible	26,0	13,0
29	58,3	20,4	vapeurs	NE assez fort	57,4	26,0	nuageux	NE assez fort	56,6	27,5	très-nuageux	NE assez fort	29,0	16,0
30	57,8	22,0	nuageux	NE faible	58,4	25,3	beau, vapeurs	S faible	58,0	28,7	vapeurs	S faible	28,5	18,5
31	58,1	22,5	beau	N faible	57,0	26,5	beau	S faible	53,2	26,9	beau	S faible	28,5	13,5
Moyenne du mois.	755,36	17,48			755,23	21,01			754,67	20,66			23,98	12,78

Altitude du baromètre : 58,7 mètres.

Quantité de pluie tombée pendant le mois : 94,60 millimètres.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES FAITES A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MONTPELLIER. — JUIN 1863.

JOURS	HUIT HEURES DU MATIN.				MIDI.				QUATRE HEURES DU SOIR.				THERMOMÈTRE.	
du mois.	Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	Maximum	Minimum.
1	754,4	23,8	beau	N assez fort	753,5	27,5	beau, qq. vap.	N assez fort	753,1	26,7	nuageux	N assez fort	30,0	18,0
2	56,0	22,0	beau	NE faible	56,4	26,9	beau, qq. nuages	S faible	56,6	24,0	beau	S faible	29,0	15,9
3	60,1	23,5	beau	OSO faible	60,5	25,7	beau	SSO faible	59,2	24,8	beau	SSO faible	26,5	15,0
4	58,3	24,0	beau	SO faible	57,5	29,0	beau	SO faible	56,4	27,1	beau	O assez fort	30,5	14,8
5	57,9	21,5	beau	N assez fort	56,3	24,8	beau	N assez fort	54,1	27,0	beau	S faible	29,0	16,0
6	54,0	23,5	beau	NE faible	53,5	24,9	presque couvert	S faible	53,0	23,5	presque couvert	S faible	28,5	15,5
7	54,3	18,5	couvert	NO faible	54,8	22,0	presque couvert	NO faible	54,0	23,0	presque couvert	SO faible	28,0	17,0
8	54,2	19,0	couvert	NE très-faible	54,5	22,2	presque couvert	NE très-faible	54,9	23,6	couvert	S très-faible	26,0	17,0
9	56,1	21,0	très-nuageux	NE faible	53,1	21,0	nuageux	NE faible	54,2	24,8	beau	SO faible	29,5	16,3
10	52,2	19,0	couvert	SE faible	51,9	22,0	couvert	S assez fort	51,6	20,8	couvert	S faible	23,5	19,0
11	51,4	15,5	presque couvert	NO assez fort	54,0	20,0	nuageux	N faible	52,7	21,2	beau, qq. nuages	S faible	24,2	12,5
12	54,0	13,2	couvert	NO assez fort	55,8	16,7	très-nuageux	NO faible	56,4	18,8	nuageux	OSO assez fort	21,0	12,5
13	60,0	16,0	presque couvert	OSO assez fort	59,6	21,4	nuageux	OSO assez fort	59,2	21,2	nuageux	ONO assez fort	23,3	12,0
14	59,9	20,7	beau, qq. nuages	NO fort	60,0	22,5	beau	N fort	59,0	23,9	beau	NO fort	24,7	16,0
15	59,1	22,8	beau	NNO assez fort	58,0	25,9	beau	N faible	5[illegible],9	26,9	beau	N faible	29,0	15,0
16	57,2	23,7	beau	N assez fort	56,6	29,0	beau	SO assez fort	55,7	26,0	beau	S faible	31,0	16,5
17	56,9	22,0	beau, qq. nuages	NO faible	56,5	29,0	beau, qq. nuages	S faible	55,4	28,0	beau	S faible	31,4	18,0
18	53,4	23,0	beau, vapeurs	NE faible	54,8	25,3	nuageux	S faible	53,3	23,0	presque couvert	S faible	28,2	18,5
19	53,0	19,9	beau, qq. nuages	NO fort	54,0	20,0	très-nuageux	N fort	53,6	21,5	très-nuageux	NO assez fort	23,0	18,0
20	56,6	17,9	nuageux	NO fort	57,3	20,5	très-nuageux	NO fort	57,6	19,7	très-nuageux	NO très-fort	21,5	12,5
21	59,9	19,0	nuageux	NO très-fort	59,6	23,0	beau, qq. nuages	NO fort	59,5	23,5	nuageux	NO fort	26,0	12,0
22	60,6	23,6	beau, qq. vap.	NNE fort	59,8	27,8	beau, qq. vap.	NE fort	58,5	29,2	beau	SO faible	31,7	16,5
23	58,5	26,0	beau	N faible	57,9	31,8	beau	NO faible	56,8	27,8	beau	S faible	34,7	18,4
24	59,9	24,5	beau	NE faible	59,8	28,0	beau	S faible	59,5	26,2	beau	S faible	29,7	19,0
25	60,9	22,8	beau	S faible	61,4	28,8	beau	SSE faible	61,4	29,0	beau	SSE faible	31,0	15.5
26	61,5	26,0	beau	NO très-faible	61,2	30,9	beau, qq. vap.	SE faible	60,2	29,7	beau	SSO faible	32,8	17,5
27	60,1	27,0	beau	NNE faible	59,2	31,8	beau	S faible	57,4	31,2	beau, qq. vap.	SSO faible	33,5	19,5
28	56,8	28,5	nuageux	ENE faible	56,4	29,9	vapeurs	SE faible	54,1	26,2	très-nuageux	SSE très-faible	34,5	21,5
29	56,9	25,0	très-nuageux	SE faible	55,9	24,5	presque couvert	SE assez fort	5 ,7	24,3	presque couvert	S faible	29,0	19,5
30	59,3	23,4	beau	N faible	59,9	26,0	nuageux	NE faible	60,5	25,7	nimbus	SE faible	30,5	19,8
Moyenne du mois.	757,28	21,88			757,06	25,39			756,38	24,94			28,37	16,51

Altitude du baromètre : 58,7 mètres.

Quantité de pluie tombée pendant le mois : 4 millimètres.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES FAITES A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MONTPELLIER. — JUILLET 1863.

JOURS	HUIT HEURES DU MATIN.				MIDI.				QUATRE HEURES DU SOIR.				THERMOMÈTRE.	
du mois.	Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	Baromèt à zéro	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	Maximum.	Minimum.
1	763,3	22,9	beau	NE assez fort	763,0	27,9	beau	NE faible	762,3	28,5	beau	SSE assez fort	31,5	16,0
2	63,3	26,5	beau	NO très-faible	62,8	30,3	beau	S faible	61,9	29,4	beau	S faible	32,5	17,5
3	60,5	26,0	beau	NE très-faible	60,1	32,3	beau, qq. vap.	S faible	58,9	30,2	beau	SSE très-faible	34,5	17,5
4	57,9	28,8	beau	NE faible	57,4	33,3	beau	S faible	55,5	31,4	beau, qq. vap.	S faible	35,5	22,5
5	58,2	27,0	beau	N faible	57,6	31,2	beau	E faible	56,8	31,9	beau	SO très-faible	35,0	21,9
6	59,3	27,0	beau	N faible	58,7	31,3	beau	NE faible	58,2	32,7	beau	S faible	34,7	18,5
7	60,2	28,0	beau	N très-faible	59,3	32,5	beau	S faible	57,5	32,9	beau	SO faible	35,4	20,0
8	58,8	26,5	beau	N faible	58,6	31,0	nuageux	E faible	57,2	32,0	nuageux	S faible	35,3	22,0
9	59,3	25,3	beau	NE assez fort	57,8	29,5	nuageux	N faible	56,8	30,8	beau, qq. nuages	S faible	34,2	20,0
10	59,1	26,1	beau	NNE faible	58,5	31,9	très-nuageux	SE faible	57,7	30,9	beau, qq. nuages	S faible	34,7	20,7
11	59,1	25,4	beau	N faible	58,6	30,1	beau	NE faible	57,7	31,5	beau	S faible	34,0	21,0
12	59,7	26,0	beau	NE faible	58,9	30,0	beau	NE faible	58,3	29,9	beau, qq. nuages	S faible	35,0	20,5
13	59,6	26,8	nuageux	NNO faible	59,3	31,0	beau	S faible	58,7	30,4	beau	S faible	33,5	19,5
14	60,2	27,0	beau	NE faible	59,6	31,9	beau	E faible	53,6	30,8	beau	S faible	34,5	20,3
15	58,8	26,0	vaporeux	NE faible	58,1	30,0	vapeurs	S faible	56,9	29,0	vaporeux	S faible	33,2	20,0
16	55,9	26,8	vaporeux	N très-faible	55,4	31,0	beau, vapeurs	S faible	54,3	29,8	vaporeux	S faible	33,5	19,7
17	55,2	27,0	vapeurs	NO faible	54,4	33,0	beau, qq. vap.	SO faible	53,1	33,0	beau, qq. nuages	NO assez fort	35,3	21,0
18	54,3	27,0	beau	ONO faible	53,4	31,1	beau, qq. vap.	O assez fort	52,2	30,8	beau, qq. nuages	O assez fort	32,5	20,5
19	54,8	24,7	beau, qq. vap.	NO faible	53,9	28,9	beau	NO assez fort	52,9	29,7	beau, qq. vap.	ONO faible	31,5	20,0
20	53,2	24,7	beau	N très-faible	54,8	29,0	beau	S faible	54,2	28,5	beau, qq. vap.	S assez fort	31,5	18,0
21	56,6	25,9	beau, qq. vap.	NNE faible	56,4	29,5	beau, qq. vap.	S faible	55,7	27,5	très-nuageux	S faible	31,5	18,5
22	53,8	23,0	très-nuageux	SE assez fort	56,4	29,6	très-nuageux	SE assez fort	56,2	27,0	très-nuageux	SE assez fort	31,5	23,5
23	57,1	26,0	très-nuageux	E faible	56,9	29,5	très-nuageux	S faible	56,6	27,8	très-nuageux	SE faible	32,4	22,0
24	59,3	24,0	nuageux	NO assez fort	59,6	26,3	beau	NNO assez fort	58,7	27,0	beau	N assez fort	29,0	21,5
25	58,6	23,0	beau	NO faible	57,0	27,9	beau	ONO faible	55,8	28,3	beau	NO faible	29,5	15,5
26	57,8	21,6	beau	NO assez fort	56,3	26,2	beau	NO assez fort	55,4	27,2	beau, qq. nuages	NNO fort	28,5	16,5
27	57,8	21,0	beau	N assez fort	56,2	26,3	beau	N fort	55,3	28,0	beau	S faible	30,0	15,5
28	59,7	23,7	beau	NE faible	59,3	26,8	beau, qq. nuages	S assez fort	58,4	25,2	beau	S faible	28,5	16,0
29	56,9	21,5	couvert	NE faible	57,3	19,5	pluie	N assez fort	56,2	22,5	couvert	NE faible	23,0	18,5
30	58,3	23,0	beau	O assez fort	58,2	27,0	beau	N assez fort	57,8	28,0	nuageux	SE faible	30,5	16,5
31	58,4	25,3	beau	N assez fort	58,0	30,0	beau	N faible	57,1	29,0	beau	SO faible	32,5	18,0
Moyenne du mois.	758,35	25,37			757,80	29,56			756,87	29,41			32,41	19,38

Altitude du baromètre : 58,7 mètres.

Quantité de pluie tombée pendant le mois : 8 millimètres.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES FAITES A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MONTPELLIER. — AOUT 1863.

JOURS du mois.	HUIT HEURES DU MATIN. Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	MIDI. Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	QUATRE HEURES DU SOIR. Baromèt. à zéro	Thermom. extérieur	État du ciel.	Vent.	THERMOMÈTRE. Maximum.	Minimum.
1	757,1	23,0	beau	NE faible	757,2	26,9	presque couvert	ENE faible	757,2	26,7	beau	SSO faible	30,7	17,5
2	58,8	26,0	beau	NO assez fort	58,7	31,4	beau	S faible	57,8	[illegible]	beau	NO assez fort	35,0	19,8
3	60,0	26,0	beau	NNE assez fort	59,4	32,5	beau	NE faible	58,3	29,5	beau	S faible	34,5	21,0
4	59,6	24,9	beau	NE très-faible	59,6	28,5	beau	S faible	59,2	27,0	nuageux	S faible	31,3	20,0
5	59,3	23,4	couvert	NE faible	59,0	28,2	nuageux	E faible	58,4	26,0	beau, qq. nuages	E faible	31,0	22,0
6	60,1	26,9	beau	N faible	59,5	33,0	beau	SSE faible	58,6	31,0	beau	S faible	34,4	21,0
7	60,6	29,0	beau	NE faible	60,4	33,5	beau	S faible	59,1	33,0	beau	S faible	35,5	21,0
8	61,6	27,0	beau	NE faible	61,6	30,0	beau	S faible	61,2	28,5	beau	S faible	32,5	21,5
9	63,4	25,0	beau, qq. nuages	NE faible	63,0	29,8	beau	S faible	61,9	29,0	beau	S faible	32,0	21,0
10	61,6	25,5	beau	N très-faible	61,1	32,0	beau	S très-faible	59,3	31,0	beau	S très-faible	33,5	18,0
11	59,0	28,0	beau	O très-faible	58,0	34,0	beau	SSO faible	56,8	31,9	beau	SSO très-faible	35,7	18,5
12	56,2	28,7	beau	NO très-faible	55,6	35,5	beau	S faible	54,3	34,9	beau	S faible	37,7	23,0
13	55,7	26,7	beau	NE faible	55,9	32,0	beau	S faible	55,3	31,0	beau, qq. nuages	S faible	34,5	22,0
14	57,1	27,0	beau	NNE faible	57,0	34,9	beau	S faible	56,1	31,8	beau	S faible	35,8	20,0
15	58,0	26,0	beau	NNE faible	58,2	33,0	beau	S faible	57,5	31,0	beau	S faible	34,4	20,5
16	58,0	25,5	nuageux	N faible	57,0	31,0	beau	S faible	55,6	29,8	beau	S faible	33,0	22,0
17	54,2	27,5	nuageux	NE très-faible	53,7	33,0	nuageux	SO faible	53,7	28,5	beau, qq. nuages	NO assez fort	34,5	23,5
18	55,8	18,0	pluie	O faible	55,8	24,4	beau	NO assez fort	55,1	24,0	beau	O fort	26,0	18,0
19	58,4	17,8	couvert	NO fort	58,5	21,0	beau	NO très-fort	57,3	22,0	beau, qq. nuages	NO fort	23,4	16,5
20	54,4	19,0	beau, qq. nuages	NO très-fort	55,2	20,0	beau	NO très-fort	54,8	20,9	beau	NO très-fort	21,8	16,8
21	55,7	17,8	beau	NNO très-fort	56,1	21,0	beau, qq. nuages	N très-fort	56,6	22,0	beau	N très-fort	23,3	13,5
22	58,7	19,5	beau, qq. nuages	N très-fort	57,5	23,6	beau	NO très-fort	56,2	25,0	beau	N très-fort	25,5	15,0
23	54,6	20,0	beau	NO faible	58,1	25,0	beau	NNE faible	57,4	26,7	beau	S faible	28,4	13,5
24	60,7	21,0	beau	N faible	60,5	25,0	beau	S faible	59,9	23,0	beau	S faible	26,0	12,0
25	58,2	19,3	couvert	ENE faible	57,1	22,0	couvert	S faible	55,6	20,5	couvert	S faible	25,0	16,3
26	55,8	18,4	couvert	NE faible	55,4	20,0	couvert	S faible	53,9	21,3	couvert	SSE faible	23,0	15,5
27	52,1	20,8	très-nuageux	SE fort	52,6	22,9	très-nuageux	SE fort	52,0	22,3	nuageux	SE fort	24,8	17,5
28	52,3	21,0	couvert	SE faible	53,2	22,8	couvert	SE assez fort	52,8	22,0	couvert	SE assez fort	23,5	19,5
29	55,0	21,2	couvert	SE faible	54,7	22,0	couvert	O très-faible	55,3	18,0	pluie	NE faible	23,0	20,0
30	58,3	17,5	beau, qq. vap.	NO faible	58,2	22,1	beau	E très-faible	58,1	21,0	beau	S très-faible	23,0	12,5
31	60,0	18,2	couvert	N très-faible	59,9	24,2	beau, qq. nuages	SO faible	59,1	24,0	beau, qq. nuages	SO très-faible	25,8	13,5
Moyenne du mois.	757,88	23,08			757,37	27,59			756,92	26,65			29,68	18,46

Altitude du baromètre : 58,7 mètres.

Quantité de pluie tombée pendant le mois : 184 millimètres.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES FAITES A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MONTPELLIER. — SEPTEMBRE 1863.

JOURS du mois.	HUIT HEURES DU MATIN. Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	MIDI. Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	QUATRE HEURES DU SOIR. Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	THERMOMÈTRE. Maximum.	Minimum.
1	760,5	17,2	couvert	ONO faible	759,6	23,0	beau, qq. nuages	NNO faible	758,3	23,9	nuageux	SSO faible	26,0	15,1
2	56,4	21,0	nuageux	NNO faible	55,7	24,0	nuageux	NNE faible	54,9	21,5	nuageux	E faible	26,0	16,0
3	50,6	19,0	pluie	S faible	52,3	22,1	beau, qq. nuages	O fort	55,5	23,1	beau, qq. nuages	ONO faible	24,5	18,0
4	59,5	18,5	couvert	NNE très-faible	59,0	22,7	nuageux	SSO faible	59,0	22,7	couvert	SSE faible	24,8	16,5
5	62,6	17,9	beau	NNO faible	61,4	21,0	beau	ONO fort	60,1	22,0	beau	ONO faible	23,1	13,5
6	61,0	19,4	beau	ONO faible	60,7	22,3	beau, qq. nuages	NO fort	60,5	21,8	beau, qq. nuages	ONO fort	23,7	14,4
7	59,9	18,2	beau, qq. nuages	ONO faible	59,6	22,7	beau, qq. nuages	ONO fort	59,4	24,0	beau, qq. nuages	OSO faible	23,4	13,0
8	60,7	20,8	nuageux	ONO faible	60,1	23,5	beau	ONO faible	59,2	23,8	beau	ONO faible	25,4	17,0
9	59,0	18,3	beau	NNE faible	59,2	23,2	couvert	E faible	58,2	22,9	beau, qq. nuages	ESE faible	26,8	18,4
10	57,9	21,8	nuageux	ONO faible	58,1	21,6	pluie	ONO faible	57,5	21,7	couvert	OSO faible	25,1	17,5
11	61,2	17,0	beau	NNO faible	61,4	20,3	beau	NNO assez fort	60,5	20,8	beau	NNE faible	21,8	13,0
12	62,7	15,5	beau	NNE assez fort	62,7	20,2	beau	NNO fort	62,4	22,0	beau	ENE très-faible	23,0	10,5
13	64,0	16,5	beau	NNE faible	64,0	22,5	beau	SO faible	63,3	22,0	beau	ESE faible	24,2	11,0
14	63,4	16,5	beau	NNO faible	62,7	22,8	beau	NNO faible	61,5	23,2	beau	SSO faible	25,2	11,0
15	60,8	19,5	beau	NO faible	60,6	23,5	beau	NE fort	59,5	23,9	beau	S faible	25,5	12,5
16	60,6	17,8	beau	SO très-faible	60,5	23,3	beau	SSE très-faible	59,2	22,5	beau	SSO très-faible	25,0	12,6
17	59,5	19,9	nuageux	N faible	59,4	23,8	beau	NE faible	58,6	23,0	beau, qq. vap.	S faible	26,5	15,5
18	59,5	19,0	beau	NE faible	59,4	22,8	beau	ENE faible	59,3	22,1	beau, qq. vap.	ESE très-faible	25,5	13,0
19	61,3	18,2	couvert	NE faible	61,2	23,5	beau, qq. nuages	S faible	60,8	22,0	beau, qq. vap.	S faible	25,0	16,0
20	60,7	18,1	couvert	NE faible	59,5	23,0	couvert	SE faible	57,2	21,0	couvert	S faible	25,0	16,0
21	53,6	21,0	beau, qq. nuages	N faible	50,9	25,0	nuageux	SO faible	47,9	22,0	couvert	SO faible	27,5	18,0
22	41,4	15,	nuageux	SO faible	40,6	17,5	beau, qq. nuages	O fort	40,6	17,0	beau, qq. nuages	O fort	19,0	14,0
23	43,3	14,6	nuageux	O faible	46,3	19,3	beau, qq. nuages	O faible	46,7	19,9	beau, qq. nuages	S faible	22,4	10,5
24	48,3	19,5	couvert	S assez fort	49,8	22,5	beau, qq. nuages	S faible	50,5	21,0	nuageux	S faible	24,0	13,5
25	52,1	20,0	couvert	S faible	53,0	22,3	nuageux	SO faible	54,4	19,0	couvert	ONO faible	23,5	18,0
26	58,3	16,8	beau, qq. nuages	NO faible	59,0	18,5	beau, qq. nuages	NO faible	59,0	18,9	beau, qq. nuages	NO assez fort	20,5	13,0
27	62,0	14,9	beau	NO faible	61,9	19,3	beau	N assez fort	61,3	19,1	beau	NO assez fort	20,9	11,0
28	60,6	14,3	beau	NO faible	60,1	19,3	beau	S faible	59,7	17,5	beau	S faible	20,5	9,0
29	60,8	14,5	beau	NE faible	60,4	18,9	beau, qq. nuages	NE faible	59,1	18,8	nuageux	SE faible	21,1	8,6
30	58,0	16,0	nuageux	E faible	57,8	21,0	nuageux	SE faible	56,1	19,0	nuageux	S faible	24,0	14,5
Moyenne du mois.	758,07	17, 91			757,90	21,85			757,34	21,40			24,03	13,85

Altitude du baromètre : 58,7 mètres.

Quantité de pluie tombée pendant le mois : 56,75 millimètres.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES FAITES A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MONTPELLIER. — OCTOBRE 1863.

JOURS	HUIT HEURES DU MATIN.				MIDI.				QUATRE HEURES DU SOIR.				THERMOMÈTRE.	
du mois.	Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	Maximum.	Minimum.
1	753,0	16,5	couvert	E faible	751,6	19,9	couvert	S faible	751,5	15,0	pluie	NO faible	22,5	14,0
2	53,3	14,9	beau, qq. nuages	NO assez fort	57,1	17,5	beau, qq. nuages	NNO fort	58,0	17,0	beau, qq. nuages	ONO assez fort	18,0	11,0
3	61,0	16,1	beau	NO faible	60,4	20,0	beau	NNO faible	59,8	21,0	beau	NE faible	22,0	11,0
4	61,3	15,3	beau, qq. nuages	N assez fort	61,1	19,0	beau, qq. nuages	N faible	59,7	19,8	couvert	NNE faible	21,5	12,0
5	59,5	14,9	beau	N faible	53,5	20,3	beau	NE faible	57,5	19,9	beau	S très-faible	22,0	11,0
6	56,2	14,5	brouillard	NO faible	55,2	20,8	beau, qq. vap.	S faible	53,9	19,0	beau	S faible	2 ,0	11,0
7	51,5	16,0	couvert	E faible	50,2	20,0	couvert	S assez fort	50,0	17,5	couvert	E assez fort	21,4	14,0
8	47,1	15,5	orage	S assez fort	47,2	17,5	couvert	S assez fort	47,1	17,5	couvert	E assez fort	19,5	14,5
9	50,0	15,9	couvert	S assez fort	50,8	17,8	couvert	S faible	50,6	17,0	beau, qq. nuages	S faible	19,5	12,0
10	54,7	13,5	beau	NE faible	54,4	19,0	beau, qq. nuages	SE assez fort	53,6	17,8	couvert	SE assez fort	20,5	10,5
11	51,6	15,8	pluie	NE faible	51,0	18,7	couvert	S assez fort	49,6	17,3	couvert	S assez fort	20,3	14,0
12	46,6	14,0	couvert	SO faible	47,1	16,0	beau, qq. nuages	SO faible	48,3	14,0	beau, qq. nuages	SO faible	17,4	12,5
13	50,8	15,0	couvert	S faible	50,8	18,0	couvert	S assez fort	50,6	18,0	couvert	S faible	18,5	11,0
14	54,0	18,8	couvert	SE assez fort	54,4	20,1	presque couvert	SE très-fort	54,0	19,4	couvert	ESE fort	21,5	17,0
15	51,7	20,0	couvert	SE très-fort	52,8	21,0	presque couvert	SE fort	52,8	18,5	couvert	S faible	22,5	17,5
16	58,2	15,0	beau	N faible	58,3	19,0	beau	NO très-faible	58,1	18,8	beau	NO faible	19,5	12,0
17	58,9	14,9	beau	NO faible	58,2	19,9	beau	N assez fort	57,4	19,0	beau	NO faible	20,8	10,0
18	60,4	12,5	beau	NNO faible	60,9	18,5	beau	N faible	60,5	18,7	beau	N très-faible	20,5	8,5
19	62,5	13,0	beau	NO faible	62,1	19,9	beau	NNO faible	61,4	20,8	beau	N faible	21,5	10,0
20	62,4	15,0	beau	N faible	62,2	21,0	beau	E faible	61,7	19,6	beau	SE faible	21,6	12,0
21	61,4	14,5	beau	N faible	60,7	20,5	beau	N faible	59,5	20,0	beau	S faible	21,9	11,5
22	59,5	15,0	beau	NO faible	58,7	21,7	beau	SO faible	57,6	19,8	beau	SE faible	22,4	11,0
23	58,8	13,0	beau	N faible	58,8	19,3	beau	NNE faible	57,8	19,3	beau	N assez fort	20,5	10,0
24	58,9	13,5	beau	N faible	57,9	18,0	beau	NE assez fort	56,3	17,9	beau	NE faible	19,5	10,5
25	56,6	10,0	beau	N faible	56,5	15,5	beau	NE faible	56,2	15,0	beau	NE faible	17,5	7,0
26	58,2	14,0	couvert	N faible	58,1	17,0	couvert	N faible	57,4	17,6	beau, qq. nuages	SE faible	19,5	11,0
27	57,6	14,8	nuageux	NE faible	56,5	19,0	nuageux	SE assez fort	55,7	17,8	couvert	ESE faible	20,5	12,0
28	53,6	14,0	pluie	NE faible	53,3	12,5	pluie	N fort*	52,8	13,0	pluie	NNE faible	14,0	11,0
29	53,2	14,0	couvert	N faible	53,2	15,5	couvert	N faible	53,0	16,5	nuageux	N faible	17,0	11,8
30	55,7	13,0	vapeurs	N faible	55,9	17,5	couvert	NE faible	55,9	17,9	très-nuageux	SE faible	19,9	12,0
31	57,1	16,5	couvert	NNE faible	57,0	19,0	très-nuageux	N faible	55,3	18,0	beau	E faible	20,4	14,5
Moyenne du mois.	756,07	14,88			755,84	18,69			755,28	18,01			20,20	11,86

Altitude du baromètre : 58,7 mètres.

Quantité de pluie tombée pendant le mois : 324,50 millimètres.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES FAITES A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MONTPELLIER. — NOVEMBRE 1863.

JOURS du mois.	HUIT HEURES DU MATIN. Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	MIDI. Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	QUATRE HEURES DU SOIR. Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	THERMOMÈTRE. Maximum.	Minimum.
1	756,3	12,8	couvert	NE faible	757,2	13,8	couvert	NNO faible	756,8	11,0	couvert	O faible	14,5	11,0
2	53,5	6,8	beau, qq. cirrus	N faible	51,9	12,1	beau	N faible	52,5	12,5	beau, qq. nuages	O faible	14,5	5,0
3	63,2	10,4	beau	NO fort	64,5	12,8	nuageux	NO très-fort	64,9	12,0	beau, qq. nuages	NO fort	13,7	8,0
4	66,4	13,9	nuageux	NO fort	66,7	15,9	nuageux	NO fort	66,6	15,3	nuageux	NO assez fort	16,5	8,9
5	67,4	10,0	beau	NO faible	67,4	16,0	beau	NO assez fort	66,1	16,0	beau	N faible	17,5	7,0
6	65,2	9,5	beau	N assez fort	64,2	14,0	beau	N faible	63,1	13,8	beau	N faible	15,5	5,5
7	63,4	9,8	beau	NO faible	63,0	15,5	beau	N faible	61,8	16,0	beau	NO faible	18,5	7,5
8	59,6	14,0	beau	NO faible	57,9	16,0	beau	NO fort	56,0	14,5	beau	NO fort	17,0	11,5
9	52,2	11,9	presque couvert	NO très-fort	50,7	13,0	très-nuageux	NO fort	50,7	10,1	beau, qq. nuages	NO faible	14,0	9,5
10	54,1	9,0	beau	N faible	53,7	13,8	beau	NO fort	53,6	9,0	beau	NO fort	14,0	7,5
11	52,5	7,5	beau	O assez fort	48,7	9,9	très-nuageux	O fort	45,4	8,7	pluie	SO faible	10,5	5,5
12	44,8	7,5	très-nuageux	NO assez fort	45,3	9,5	beau	NO fort	46,7	9,8	beau	NO fort	10,8	4,9
13	55,5	6,5	beau	N faible	55,8	10,0	nuageux	NNO faible	56,1	10,5	nuageux	N faible	11,4	4,0
14	58,5	7,0	nuageux	NO faible	57,9	10,7	presque couvert	NO faible	57,8	9,0	couvert	NO faible	11,5	5,5
15	61,2	5,1	beau	NO faible	61,2	10,0	beau	NO faible	61,1	9,1	beau, qq. nuages	NO faible	12,0	5,0
16	62,3	8,8	beau, qq. nuages	N faible	62,0	8,9	beau	NO faible	61,2	9,0	beau	NE faible	10,5	1,5
17	61,4	8,8	beau	NO faible	61,1	11,1	beau	N faible	61,1	11,4	beau	NNE faible	13,1	1,5
18	63,6	7,9	beau	N faible	63,6	12,8	beau	NE faible	63,5	13,0	beau	NE faible	14,0	5,9
19	65,8	5,0	beau	N faible	65,8	12,5	beau	NE faible	65,2	12,7	beau	NE faible	14,0	3,0
20	66,6	5,0	beau	N faible	66,1	13,0	beau	NE faible	65,5	13,0	beau, qq. nuages	NE faible	14,2	3,5
21	65,2	6,1	beau, qq. nuages	NNO faible	64,1	13,0	nuageux	NE faible	63,2	12,0	nuageux	E faible	14,8	5,0
22	62,5	8,0	presque couvert	NNO faible	61,9	12,8	presque couvert	NNE faible	61,2	12,7	couvert	NNE faible	14,0	8,0
23	60,9	10,8	couvert	N très-faible	60,8	13,5	couvert	NNO très-faible	59,8	13,0	couvert	NNO très-faible	14,8	9,0
24	59,9	9,2	nébuleux	ONO faible	59,9	13,9	couvert	NNE faible	59,2	13,5	couvert	NNE faible	14,6	8,0
25	62,4	11,5	pluie	NNE faible	63,1	13,5	couvert	NNE faible	63,4	13,5	couvert	NE faible	15,0	11,0
26	65,2	12,0	nuageux	N très-faible	64,8	15,8	nuageux	NE faible	63,8	14,3	cirrus	NE faible	16,4	10,8
27	63,9	7,8	couvert	N faible	63,4	11,9	très-nuageux	NNE faible	62,3	12,0	nuageux	NE faible	13,0	5,0
28	61,4	8,8	pluie	N faible	61,0	10,0	pluie	NE faible	60,1	9,0	couvert	NE faible	11,3	8,0
29	60,5	7,0	couvert	NNE assez fort	60,5	10,0	presque couvert	NE faible	59,8	10,8	couvert	SE faible	11,4	6,0
30	60,8	7,0	très-nuageux	NNE faible	60,9	10,0	presque couvert	NE faible	60,5	9,1	très-nuageux	NNE faible	10,5	6,0
Moyenne du mois.	760,54	8,54			760,17	12,51			759,65	11,87			13,78	6,62

Altitude du baromètre : 58,7 mètres.

Quantité de pluie tombée pendant le mois : 46,87 millimètres.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES FAITES A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MONTPELLIER. — DÉCEMBRE 1863.

JOURS	HUIT HEURES DU MATIN.				MIDI.				QUATRE HEURES DU SOIR.				THERMOMÈTRE.	
du mois.	Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	Maximum	Minimum.
1	762,0	7,0	couvert	NNE faible	761,9	8,0	couvert	NE faible	761,4	8,0	couvert	NE faible	9,0	6,8
2	55,4	9,0	couvert	NO faible	53,6	10,0	pluie	NO faible	54,1	10,5	très-nuageux	O assez fort	11,5	7,0
3	58,8	8,3	brouillard	N très-faible	57,2	12,5	très-nuageux	S faible	55,5	12,3	couvert	S faible	14,5	7,0
4	67,0	5,9	beau	NO très-fort	67,2	8,4	beau	NO violent	67,4	8,0	beau	NNO violent	9,0	5,0
5	65,8	5,0	beau, qq. nuages	NNO faible	65,6	9,0	beau	N faible	63,8	8,1	beau	N assez fort	10,0	3,0
6	66,3	2,0	beau	NO faible	65,8	8,0	beau, qq. vap.	NO faible	64,9	8,0	beau, qq. vap.	NNO très-faible	9,4	0,5
7	65,7	6,9	beau	NE assez fort	65,9	11,8	beau	N assez fort	66,6	9,7	beau	NE faible	12,2	4,0
8	68,1	8,1	beau	N très-faible	67,5	8,5	beau	NE faible	65,9	8,7	beau	NE faible	10,6	2,0
9	66,2	1,5	beau, qq. cirrus	NNO faible	66,4	9,5	beau, qq. vap.	NO faible	65,2	8,4	beau, qq. vap.	OSO faible	11,3	0,5
10	66,1	2,7	cirrus	NO très-faible	65,4	9,9	beau, qq. cirrus	N très-faible	64,6	10,9	beau, qq. cirrus	O très-faible	11,5	1,0
11	66,1	7,0	beau	NO faible	66,0	13,8	beau	NO assez fort	65,4	12,4	beau, qq. nuages	NO faible	15,5	5,5
12	64,8	6,5	vaporeux	NO très-faible	63,5	10,9	cirrus	NO assez fort	62,3	11,0	beau	NO très-fort	12,5	6,0
13	63,5	9,5	beau	NO assez fort	62,5	16,5	beau	NNO assez fort	62,0	13,1	beau	N faible	17,5	6,5
14	63,1	6,0	beau	NE faible	63,1	12,5	beau	NO faible	62,6	11,0	beau	NE faible	14,4	4,5
15	64,0	6,0	beau	N faible	64,4	11,2	beau	NNO assez fort	63,8	10,0	beau	NE faible	12,5	3,5
16	63,7	2,0	beau	NO très-faible	62,6	7,5	beau, qq. vap.	S faible	60,9	5,9	beau	SO faible	9,0	0,8
17	55,6	3,0	pluie	NO très-faible	55,8	5,0	couvert	N faible	55,7	6,9	beau, qq. nuages	NNO assez fort	7,4	1,5
18	54,6	4,8	beau	N faible	54,6	8,8	beau	N fort	55,7	7,0	nuageux	NNE très-fort	9,0	2,0
19	60,1	5,0	couvert	NNE très-fort	60,8	7,9	nuageux	N très-fort	61,2	7,5	nuageux	NNE très-fort	8,5	2,8
20	63,8	2,4	beau	NE fort	63,8	8,0	beau	NE fort	62,8	7,2	beau	NE fort	8,5	1,8
21	64,2	0,5	beau	NO faible	64,3	6,0	beau	NE faible	63,4	6,0	beau	N faible	7,5	— 0,5
22	61,6	1,7	beau, qq. vap.	NO assez fort	59,8	7,2	vapeurs	NO très-fort	55,8	8,3	très-nuageux	O assez fort	9,4	— 2,0
23	59,7	0,8	beau	NO faible	60,4	7,2	beau	NO faible	60,4	6,4	beau	NO très-fort	8,2	0,0
24	61,0	1,8	beau, qq. cirrus	NNO fort	60,6	11,3	beau, qq. nuages	NNO fort	60,0	9,4	beau	NO assez fort	12,5	1,0
25	63,8	2,6	beau	NO faible	64,6	9,0	beau	NNO faible	64,1	7,8	beau	NO faible	10,5	1,5
26	64,1	2,2	beau	NO faible .	62,9	8,4	beau	ONO assez fort	61,3	6,6	beau, qq. nuages	NE faible	9,5	1,0
27	60,8	— 0,5	beau	N très-faible	59,1	10,6	beau	NO assez fort	58,3	9,9	beau, qq. nuages	NO fort	12,3	— 2,0
28	58,9	10,8	beau, qq. cirrus	NO fort	59,9	13,8	beau, qq. vap.	NNO fort	60,3	12,5	beau	NO assez fort	15,0	8,5
29	64,7	2,2	beau	N faible	64,8	8,6	beau	NE faible	63,6	8,9	beau	NNE faible	10,0	0,0
30	61,5	9,4	beau, qq. cirrus	NO fort	61,1	12,8	beau, qq. cirrus	NNO fort	59,3	11,6	beau	NNO assez fort	13,5	5,0
31	55,4	2,2	nébuleux	NO faible	54,5	8,5	cirrus	N faible	52,7	7,9	nuageux	SO très-faible	11,5	1,0
Moyenne du mois.	762,46	4,43			762,12	9,71			761,32	9,03			11,09	2,75

Altitude du baromètre : 58,7 mètres.

Quantité de pluie tombée pendant le mois : 83,50 millimètres.

RÉSUMÉ DES OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES FAITES A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MONTPELLIER EN 1863.

1863.	HUIT HEURES DU MATIN		MIDI.		QUATRE HEURES DU SOIR.		TEMPÉRATURE			NOMBRE DES JOURS où le ciel a été généralement			JOURS de pluie.	PLUIE en millimètres.
	Baromètre à zéro.	Thermomètre extérieur.	Baromètre à zéro.	Thermomètre extérieur.	Baromètre à zéro.	Thermomètre extérieur.	Maxima.	Minima.	Moyenne.	Beau.	Nuageux.	Couvert.		
Janvier........	758,58	5,75	758,53	8,95	757,95	8,83	10,48	3,94	7,21	12	7	12	9	71,50
Février.........	765,39	4,68	765,35	10,24	764,36	10,85	12,43	2,80	7,62	19	6	8	3	23,00
Mars...........	754,75	8,88	754,50	12,85	753,65	12,57	14,76	5,69	10,23	14	10	7	8	43,38
Avril...........	757,13	14,39	756,85	18,65	756,05	18,47	20,98	9,71	15,34	16	9	5	5	42,70
Mai.............	755,36	17,48	755,23	21,01	754,67	20,66	23,98	12,78	18,38	8	13	10	13	94,60
Juin............	757,28	21,88	757,06	25,39	756,38	24,94	28,37	16,51	22,44	15	12	3	2	4,00
Juillet.........	758,35	25,37	757,80	29,56	756,87	29,41	32,41	19,33	25,87	24	6	1	2	8,00
Août............	757,88	23,08	757,67	27,59	756,92	26,65	29,63	18,46	24,05	21	6	4	5	134,00
Septembre.....	758,07	17,91	757,90	21,85	757,34	21,40	24,03	13,85	18,94	17	9	4	7	56,75
Octobre........	756,07	14,88	755,84	18,69	755,28	18,01	20,20	11,86	16,03	14	4	13	11	324,50
Novembre......	760,54	8,54	760,17	12,51	759,65	11,87	13,78	6,62	10,20	13	8	9	8	16,87
Décembre......	762,46	4,43	762,12	9,71	761,32	9,03	11,09	2,75	6,92	22	5	4	5	33,50
Moyenne de l'année.	758,49	13,94	758,25	18,08	757,54	17,73	20,18	10,36	15,27					
TOTAL.										195	95	75	78	852,80

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES À LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MONTPELLIER

PENDANT L'ANNÉE 1864.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES FAITES A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MONTPELLIER. — JANVIER 1864.

JOURS du mois.	HUIT HEURES DU MATIN.				MIDI.				QUATRE HEURES DU SOIR.				THERMOMÈTRE.	
	Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	Maximum.	Minimum.
1	752,2	6,8	beau, qq. nuages	O faible	752,3	9,3	nuageux	ONO fort	752,7	7,6	très-nuageux	OSO faible	10,4	5,5
2	52,2	6,2	beau, qq. nuages	N faible	53,3	4,6	beau, qq. nuages	ONO fort	54,8	1,4	beau	ONO fort	6,5	5,0
3	56,5	—1,4	beau	NNO très-fort	56,5	—1,0	beau	NNO très-fort	57,0	—3,4	beau	NNE très-fort	0,0	—4,0
4	60,3	—8,0	beau	NNO faible	60,3	—3,5	beau	N faible	60,5	—2,5	beau	NE faible	—1,0	—9,0
5	63,3	—8,8	beau	NNO très-faible	63,2	—2,3	vapeurs	NE faible	61,9	0,0	beau, vapeurs	NE faible	1,0	—9,3
6	61,2	1,2	couvert	NE faible	61,4	0,0	neige	NE faible	60,5	1,8	couvert	NNE faible	2,0	—1,5
7	61,1	—0,9	beau, qq. nuages	NNE faible	61,0	3,3	beau	NE faible	60,5	4,0	beau	NE faible	5,5	—2,5
8	60,7	2,0	pluie	NE faible	60,2	7,0	couvert	E faible	59,3	7,2	couvert	E fort	7,5	1,0
9	59,5	5,3	couvert	NE assez fort	59,5	7,8	couvert	NE faible	58,7	7,2	pluie	NE faible	9,0	2,0
10	60,1	6,0	couvert	NE faible	60,5	8,6	presque couvert	NE faible	60,2	9,0	presque couvert	NE faible	10,0	6,0
11	62,2	6,4	presque couvert	N faible	62,2	8,8	beau	NE faible	62,3	8,1	beau, qq. vap.	E faible	10,0	6,0
12	65,8	4,0	beau, qq. nuages	NE faible	66,3	8,4	beau	E faible	65,8	8,2	beau	ESE faible	9,6	2,5
13	66,0	2,6	couvert	ENE très-faible	65,1	7,3	nuageux	NE très-faible	64,3	7,3	couvert	ENE très-faible	8,7	1,5
14	63,9	5,3	couvert	NE très-faible	63,9	6,2	couvert	N très-faible	63,4	7,0	couvert	NNE faible	7,5	4,5
15	63,9	0,4	beau, vapeurs	NNO très-faible	64,1	5,6	beau, qq. vap.	N faible	63,5	5,9	beau	NE faible	7,0	0,0
16	64,0	—1,1	beau	N assez fort	63,9	4,2	beau	NNE assez fort	65,1	5,8	nuageux	NE faible	6,0	—2,0
17	67,6	2,0	pluie	NNE faible	66,9	2,0	pluie	NE faible	66,4	1,8	pluie	NNE faible	3,0	2,0
18	66,4	0,3	pluie	NE faible	67,2	1,2	couvert	NNE faible	66,5	2,4	couvert	NE faible	3,0	0,0
19	68,8	2,6	couvert	NNE faible	69,5	4,8	couvert	NE faible	68,8	5,8	couvert	NNE faible	6,1	1,9
20	69,3	—0,4	beau	NO très-faible	68,8	4,8	beau, qq. vap.	NO très-faible	67,7	6,2	beau, qq. vap.	NO très-faible	6,6	—1,0
21	68,1	—0,5	vapeurs	N très-faible	67,7	5,5	nuageux	N faible	67,3	5,9	vapeurs	N très-faible	7,5	—2,5
22	67,2	1,8	nuageux	NO très-faible	67,3	7,2	beau	NO très-faible	66,5	7,2	beau	NO très-faible	9,0	0,5
23	68,0	0,4	brouillard	NO faible	67,4	5,2	beau, cirrus	N faible	67,0	7,8	beau, qq. vap.	N faible	8,5	—0,8
24	67,6	3,0	beau	NO faible	66,9	9,3	beau	SO faible	65,7	12,2	beau	O faible	12,5	2,0
25	66,3	7,8	beau, qq. nuages	N très-faible	66,0	12,8	beau	NO très-faible	65,9	11,9	nuageux	S faible	14,0	7,5
26	68,7	3,6	très-nuageux	N faible	68,6	8,7	très-nuageux	NE faible	67,7	10,2	presque couvert	E très-faible	11,7	8,0
27	67,9	8,0	presque couvert	NE très-faible	68,0	10,8	beau, qq. nuages	N faible	67,2	11,2	nuageux	E très-faible	13,5	6,5
28	63,9	8,2	nuageux	NO assez fort	62,9	12,0	beau	O assez fort	61,5	11,0	beau, qq. nuages	O faible	13,5	4,5
29	60,3	6,8	beau, qq. nuages	ONO assez fort	58,6	10,4	beau	NO très-fort	58,1	10,4	très-nuageux	NO fort	12,0	4,5
30	62,7	2,4	beau	N faible	63,6	6,8	beau	NE faible	63,5	6,7	beau	NE assez fort	8,0	1,7
31	66,6	—1,4	beau	NNO faible	65,9	6,2	beau	O faible	64,9	5,6	beau	SSO faible	6,5	—2,5
Moyenne du mois.	763,62	2,28			763,52	5,87			763,07	6,14			7,58	1,11

Altitude du baromètre : 58,7 mètres.

Quantité de pluie tombée pendant le mois : 38,62 millimètres.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES FAITES A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MONTPELLIER. — FÉVRIER 1864.

JOURS	HUIT HEURES DU MATIN.				MIDI.				QUATRE HEURES DU SOIR.				THERMOMÈTRE.	
du mois.	Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	Maximum.	Minimum.
1	767,0	0,2	beau	NO faible	766,7	6,4	beau	NNO faible	766,2	7,3	beau	NNE faible	8,0	— 0,5
2	66,5	1,8	beau	NO très-faible	66,8	8,0	beau	N très-faible	65,1	10,8	beau	N très-faible	11,5	0,0
3	67,1	1,3	beau	NNO très-faible	67,0	8,0	beau	NO très-faible	65,1	9,8	beau	S très-faible	10,9	0,0
4	62,9	5,4	cirrus	ONO assez fort	61,6	9,3	nuageux	ONO très-fort	59,5	8,8	nuageux	ONO très fort	11,0	3,0
5	56,7	3,3	beau	NNO très-fort	55,0	6,5	beau	NNO très-fort	53,2	6,0	beau	NNO très-fort	7,0	2,0
6	52,0	1,4	beau, qq. nuages	NO fort	51,6	3,5	presque couvert	NO très-fort	51,4	3,0	couvert	NO très-fort	4,5	0,5
7	53,9	— 1,5	nuageux	NO assez fort	53,8	2,4	nuageux	N faible	52,8	2,9	beau, qq. nuages	NO assez fort	5,4	— 2,5
8	51.5	— 3,3	beau	ONO faible	51,0	1,4	beau	NNO fort	50,3	2,2	beau	NNO fort	3,0	— 6,0
9	48.6	— 5,8	beau	NO faible	48,1	0,6	beau	NNO très-faible	47,0	0,6	beau	NO très-faible	1,5	— 7,0
10	48,8	— 4,4	vapeurs	NO faible	46,7	2,7	vapeurs	SSO faible	44,3	1,0	neige	NNE faible	4,7	— 7,0
11	46,4	0,8	nuageux	NO faible	48,7	4,0	beau	NE faible	51,1	4,5	beau	NO assez fort	5,0	— 2,5
12	57,8	— 1,0	beau, vapeurs	NO faible	58,5	6,4	vapeurs	NE très-faible	60,1	4,0	couvert	NE très-faible	8,0	— 3,0
13	64,3	2,5	beau	NO faible	64,6	12,9	beau	S faible	65,5	10,0	beau, vapeurs	E faible	13,5	0,6
14	67,8	5,8	beau	NO faible	67,1	14,4	beau	NO faible	66,7	11,2	beau, vapeurs	NE faible	15,0	3,0
15	67,1	8,0	couvert	NE faible	66,5	10,0	couvert	NE faible	65,2	10,5	couvert	NE faible	11,7	6,8
16	62,6	6,1	brouillard	NNE très-faible	60,4	12,4	couvert	NO faible	58,1	10,9	presque couvert	S très-faible	14,0	4,9
17	55,2	12,4	nuageux	NO faible	55,1	12,8	beau	NO fort	54,5	11,0	beau	NO très-fort	14,0	8,0
18	54,4	4,0	beau	NO assez fort	53,7	7,5	beau	NO très-fort	53,1	7,4	beau, qq. nuages	NO fort	8,2	1,0
19	52,4	0,4	beau	ONO faible	51,8	4,8	beau	NNE fort	51,1	4,5	nuageux	NNE fort	5,5	— 0,4
20	46,7	— 0,3	neige	NNE fort	43,8	— 0,5	neige	NNE très-fort	42,0	— 0,2	neige	NNE très-fort	0,0	— 2,0
21	40,5	— 0,5	neige	NO fort	43,2	4,7	éclaircies	NNO faible	46,3	2,3	couvert	SSO faible	6,0	— 1,2
22	53,0	— 0,5	nuageux	N faible	52,9	4,0	couvert	N faible	52,7	4,5	couvert	N faible	6,0	— 3,0
23	50,4	5,0	couvert	N faible	51,2	5,5	pluie	NNE faible	50,8	6,5	couvert	NE faible	7,5	3,5
24	53,2	7,9	couvert	E faible	54,1	10,1	couvert	SE faible	53,5	10,0	pluie	SE assez fort	13,0	5,2
25	53,7	8,5	couvert	E faible	53,4	11,8	couvert	SE faible	52,9	12,5	presque couvert	SSE faible	14,5	7,0
26	54,6	10,2	couvert	NE faible	54,3	11,9	couvert	E faible	53,3	11,7	couvert	E faible	14,9	9,4
27	53,3	8,8	couvert	NE faible	54,0	10,1	couvert	NE assez fort	52,8	12,3	presque couvert	NE faible	14,3	8,5
28	51,6	9,8	couvert	NE faible	50,5	10,7	pluie	NE faible	49,4	10,7	couvert	NE faible	12,0	9,5
29	49,5	8,5	beau	O assez fort	49,5	11,6	nuageux	NO fort	50,7	10,9	nuageux	ONO assez fort	13,0	7,0
Moyenne du mois.	755,50	3,27			755,21	7,38			754,64	7,14			9,09	1,54

Altitude du baromètre : 58,7 mètres.

Quantité de pluie tombée pendant le mois : 37,30 millimètres.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES FAITES A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MONTPELLIER. — MARS 1864.

JOURS	HUIT HEURES DU MATIN.				MIDI.				QUATRE HEURES DU SOIR.				THERMOMÈTRE.	
du mois.	Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	Maximum.	Minimum.
1	757,1	5,5	beau	NO faible	757,5	12,0	nuageux	SE faible	756,5	11,8	beau, qq. vap.	S faible	13,8	2,6
2	54,4	9,2	nuageux	NE faible	55,6	13,8	beau	NO assez fort	54,8	15,3	beau, qq. nuages	NO assez fort	15,3	5,5
3	56,2	8,4	beau, cirrus	N faible	56,2	14,1	beau, qq. cirrus	NE faible	54,3	13,1	très-nuageux	E faible	15,9	5,2
4	54,9	9,9	presque couvert	NE faible	54,8	13,9	très-nuageux	ESE faible	53,2	12,8	couvert	ESE faible	16,1	8,9
5	47,4	9,5	pluie	NE assez fort	43,9	13,4	couvert	NE assez fort	41,3	12,9	couvert	SE fort	15,2	8,0
6	49,3	12,4	beau, qq. nuages	O assez fort	50,5	14,7	beau, qq. nuages	ONO très-fort	50,6	15,9	beau	ONO fort	16,0	9,4
7	51,8	10,6	nuageux	NNE faible	51,2	14,6	beau	NNE assez fort	50,1	12,9	beau, qq. nuages	E faible	15,6	7,3
8	49,7	12,8	couvert	E faible	49,3	14,1	couvert	E faible	48,0	13,9	couvert	SE faible	16,4	11,0
9	44,8	12,8	couvert	SE faible	44,4	16,3	nuageux	SE faible	43,2	15,1	beau	SSO faible	17,5	10,9
10	53,8	10,4	beau, qq. nuages	NO assez fort	55,8	13,2	beau, qq. nuages	NO assez fort	56,6	13,8	beau, qq. nuages	NO assez fort	13,9	7,9
11	62,4	7,8	beau	NO faible	62,8	13,4	beau	NO assez fort	62,1	14,0	beau	NO assez fort	15,0	8,7
12	64,9	10,0	beau, qq. nuages	O faible	64,1	14,4	beau, qq. nuages	NO assez fort	63,5	15,2	beau	NO assez fort	15,2	5,0
13	65,6	9,3	beau	NNO assez fort	65,8	13,7	beau	NE fort	64,3	14,9	beau	NE fort	15,0	8,8
14	64,2	8,7	nuageux	NNO faible	63,0	13,1	voilé	NNE faible	60,8	14,1	voilé	NNE faible	14,3	5,0
15	58,3	11,8	très-nuageux	N faible	57,4	16,7	voilé	N faible	55,5	18,4	nuageux	N faible	18,9	7,1
16	55,0	11,7	beau, qq. nuages	NO faible	54,4	19,5	beau, qq. vap.	N faible	52,8	20,7	nuageux	NE faible	21,7	7,0
17	54,8	11,1	beau	NE très-faible	54,8	16,7	beau	NE faible	54,2	14,4	beau	S faible	17,2	6,5
18	55,9	10,0	presque couvert	E faible	55,1	12,1	couvert	SE assez fort	53,0	11,4	couvert	SE assez fort	13,5	7,4
19	51,0	10,8	couvert	SE assez fort	51,1	13,9	très-nuageux	SE fort	50,3	12,7	presque couvert	SE fort	16,0	10,2
20	48,0	11,8	couvert	SE fort	48,0	12,5	couvert	SE fort	46,5	12,7	couvert	SE fort	15,0	10,9
21	43,5	10,9	couvert	E très-fort	44,2	12,3	couvert	E très-fort	43,9	11,9	couvert	SE fort	14,1	8,5
22	45,9	11,4	couvert	E fort	45,9	13,1	couvert	E fort	45,0	12,9	couvert	SE faible	15,5	10,7
23	46,4	9,8	pluie	NE faible	46,7	13,8	très-nuageux	NE assez fort	46,7	14,0	nuageux	E faible	14,8	9,5
24	49,7	10,9	nuageux	E faible	49,7	16,4	très-nuageux	S faible	48,6	16,4	très-nuageux	S faible	17,2	8,9
25	52,0	10,1	couvert	N faible	52,2	15,6	nuageux	E faible	51,1	13,8	beau, qq. nuages	SE faible	17,0	8,1
26	49,9	10,4	beau, qq. nuages	ONO assez fort	48,9	12,9	beau	ONO assez fort	46,6	13,9	beau, qq. nuages	OSO assez fort	14,0	7,7
27	37,7	7,8	pluie	NNE assez fort	36,6	7,0	pluie	E assez fort	34,9	7,1	pluie	NNE très-fort	8,2	7,2
28	41,7	7,8	beau, qq. vap.	NNO très-fort	42,7	9,5	beau, qq. nuages	NNO très-fort	41,9	10,6	beau	NO très-fort	10,6	6,2
29	37,9	10,7	nuageux	O très-fort	41,7	10,7	nuageux	NO très-fort	42,9	7,8	nuageux	NO fort	11,0	6,0
30	48,3	7,1	nuageux	NO très-fort	49,2	8,9	très-nuageux	NO très-fort	48,1	10,0	couvert	NO très-fort	11,2	2,0
31	55,8	9,6	beau, qq. nuages	NO très-fort	57,1	12,7	beau, qq. nuages	NO très-fort	57,3	12,7	beau	NNO fort	13,5	3,1
Moyenne du mois.	751,88	10,08			751,95	13,52			750,92	13,45			14,99	7,14

Altitude du baromètre : 58,7 mètres.

Quantité de pluie tombée pendant le mois : 125,88 millimètres.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES FAITES A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MONTPELLIER. — AVRIL 1864.

JOURS	HUIT HEURES DU MATIN.				MIDI.				QUATRE HEURES DU SOIR.				THERMOMÈTRE.	
du mois.	Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	Maximum.	Minimum.
1	760,1	11,8	beau	NO faible	759,6	15,1	beau	ONO fort	759,0	14,8	nuageux	ONO fort	15,7	4,0
2	59,7	12,6	beau, qq. vap.	ONO assez fort	59,7	14,7	très-nuageux	ONO très-fort	58,3	14,7	beau,qq. nuages	NNO fort	16,0	9,5
3	59,7	12,4	beau,qq. nuages	N faible	59,4	15,9	beau,qq. nuages	ONO faible	58,3	16,1	voilé	ENE faible	17,5	7,4
4	60,0	13,7	beau, qq. vap.	N faible	59,3	18,8	nuageux	NO faible	58,3	17,4	nuageux	NO fort	19,6	6,8
5	58,3	16,5	beau, qq. vap.	NO fort	58,0	20,2	nuageux	NNO fort	57,0	20,7	très-nuageux	NO fort	21,9	11,5
6	58,2	16,2	très-nuageux	NE faible	57,8	19,1	très-nuageux	N assez fort	57,1	19,1	presque couvert	N faible	20,4	13,1
7	58,1	14,9	beau	N assez fort	57,0	17,9	beau	NNE assez fort	55,5	19,3	beau	NNE assez fort	19,9	10,2
8	56,7	9,7	beau, vapeurs	NE assez fort	57,6	13,1	beau	NE assez fort	57,2	12,8	beau	S faible	15,0	6,0
9	57,1	8,2	beau	N faible	56,1	13,7	beau	NO faible	53,8	17,6	beau	S faible	17,9	2,5
10	54,0	11,5	nuageux	N faible	55,1	16,2	nuageux	NNE assez fort	54,2	16,4	nuageux	SSE faible	18,6	5,5
11	54,6	13,8	beau, vapeurs	NE faible	53,4	18,8	beau	SSE faible	52,0	19,4	beau	S faible	20,9	6,9
12	54,3	15,4	beau	N faible	55,3	19,6	beau	NE assez fort	54,8	17,2	beau	S assez fort	20,8	9,2
13	55,3	12,4	couvert	NE faible	54,8	16,8	nuageux	SE faible	53,6	15,8	beau, cirrus	S faible	18,0	10,8
14	52,7	12,8	nuageux	NNE faible	52,1	18,0	beau,qq. nuages	S faible	51,7	16,9	beau	S faible	18,9	9,4
15	52,5	13,9	beau, cirrus	NO très-faible	52,6	19,7	beau, vapeurs	S assez fort	51,9	18,4	beau, vapeurs	S assez fort	20,6	6,9
16	52,9	13,7	presque couvert	S faible	52,8	18,7	beau,qq. nuages	S faible	52,0	17,7	presque couvert	S faible	20,0	9,1
17	55,1	15,0	presque couvert	O faible	55,0	18,4	beau	NO assez fort	54,6	18,3	beau	NO fort	18,9	12,4
18	58,0	12,7	beau	NO assez fort	57,6	17,8	beau	NNE assez fort	56,7	18,9	beau	NE assez fort	19,5	7,3
19	58,7	14,7	nuageux	NE faible	58,3	20,7	nuageux	SE assez fort	57,8	17,9	beau,qq. nuages	S faible	21,8	9,8
20	58,7	15,7	beau	N très-faible	57,4	20,1	beau	SO assez fort	55,9	18,8	beau	SO assez fort	21,5	8,8
21	54,5	15,1	beau, vapeurs	N très-faible	53,1	20,8	beau	S faible	52,2	18,9	beau	S faible	21,5	8,4
22	54,9	14,7	beau, vapeurs	NNE faible	55,6	20,3	beau	E assez fort	57,0	17,8	très-nuageux	SSE assez fort	21,0	8,0
23	61,6	16,0	beau,qq. nuages	NE faible	61,9	18,4	beau,qq. nuages	SE assez fort	60,8	17,1	beau,qq. nuages	SE assez fort	19,5	12,0
24	59,9	15,7	beau, vapeurs	NNE assez fort	59,7	20,1	beau,qq. vap.	S assez fort	59,2	18,2	beau	S assez fort	20,8	8,8
25	60,0	18,4	beau	NE faible	60,5	21,0	beau,qq. nuages	SE assez fort	60,0	19,4	beau,qq. nuages	SE assez fort	21,5	9,4
26	60,7	17,8	beau	NNE faible	60,8	21,6	cirrus	S faible	60,2	21,0	très-nuageux	SO faible	23,4	9,7
27	60,9	17,8	beau	NO faible	60,0	24,8	beau,qq. nuages	SO faible	58,4	22,7	beau,qq. nuages	SO assez fort	25,0	8,9
28	57,9	20,3	beau, cirrus	NO faible	57,1	23,4	nuageux	ONO assez fort	55,5	23,6	beau,qq. nuages	NO fort	25,5	14,8
29	57,0	15,7	nuageux	NO fort	56,2	17,8	nuageux	NO très-fort	55,2	18,8	nuageux	NO très-fort	20,0	13,8
30	57,9	14,5	beau	NO faible	56,8	18,9	beau	NO assez fort	56,8	20,9	beau	N fort	22,1	7,7
Moyenne du mois.	757,33	14,45			757,02	18,68			756,15	18,20			20,12	8,95

Altitude du baromètre : 58,7 mètres.

Quantité de pluie tombée pendant le mois: 0 millimètres.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES FAITES A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MONTPELLIER. — MAI 1864.

JOURS du mois.	HUIT HEURES DU MATIN. Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	MIDI. Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	QUATRE HEURES DU SOIR. Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	THERMOMÈTRE. Maximum.	Minimum.
1	758,6	17,3	beau	N fort	758,3	20,8	beau	N fort	757,4	21,8	beau	NNE fort	23,1	11,1
2	60,4	16,6	beau	N faible	59,4	19,8	beau, qq. nuages	NNO assez fort	58,2	20,1	nuageux	NNO très-fort	21,9	8,7
3	55,4	18,9	nuageux	ONO très-fort	54,6	20,3	beau, qq. nuages	ONO très-fort	54,9	18,7	nuageux	ONO très-fort	21,9	14,0
4	55,8	18,7	beau, qq. nuages	NO très-fort	55,4	20,9	nuageux	NO très-fort	54,6	21,6	nuageux	NO fort	23,0	15,1
5	56,7	18,7	beau	NNO faible	56,2	23,3	beau	SO faible	55,4	22,1	beau	SO faible	24,6	12,4
6	57,9	15,9	couvert	E faible	58,6	21,0	couvert	E faible	57,8	18,4	couvert	SE faible	22,9	11,0
7	57,5	17,3	beau, vapeurs	ENE faible	56,6	20,6	beau, vapeurs	SE faible	55,6	18,8	nuageux	S faible	21,5	12,3
8	52,2	15,6	couvert	E faible	51,8	16,9	couvert	SE fort	50,2	16,7	couvert	SE assez fort	19,5	13,5
9	49,9	18,1	presque couvert	SE assez fort	50,9	21,7	couvert	S assez fort	52,1	18,4	couvert	ONO assez fort	24,8	14,0
10	54,1	18,8	beau	NO faible	53,6	21,7	beau, qq. nuages	N faible	52,1	23,1	beau, qq. nuages	SO faible	24,0	12,1
11	58,2	19,9	beau	NNE faible	52,5	24,7	beau	S faible	51,5	21,4	presque couvert	SO faible	25,3	12,4
12	52,0	12,7	couvert	NO fort	52,5	16,8	nuageux	NO fort	52,4	15,7	nuageux	NO fort	17,9	10,4
13	54,8	17,8	très-nuageux	ONO fort	55,2	20,6	nuageux	ONO très-fort	56,2	20,7	nuageux	ONO fort	21,5	12,4
14	57,5	19,9	beau, qq. vap.	NO fort	56,4	24,6	beau, qq. nuages	NNE fort	55,1	24,3	nuageux	NNE fort	25,5	15,8
15	57,2	22,0	beau	NO faible	56,1	24,9	beau, qq. nuages	NNO assez fort	55,0	23,7	presque couvert	SO faible	27,0	14,8
16	58,5	19,9	beau	N faible	58,8	23,6	beau	S faible	57,9	23,2	nuageux	S faible	24,2	13,4
17	59,5	21,3	beau	N très-faible	59,5	26,7	beau	S faible	59,0	25,8	beau	SO faible	28,0	11,9
18	60,6	22,9	beau	NE faible	60,0	29,4	beau	S faible	58,5	27,8	nuageux	S assez fort	30,2	14,8
19	58,0	24,7	beau	NE faible	57,2	29,7	beau, vapeurs	NE assez fort	56,0	27,7	nuageux	S assez fort	32,0	18,1
20	56,2	26,3	beau	NO assez fort	56,0	30,3	beau	NNE assez fort	54,9	29,9	beau, qq. vap.	S faible	31,9	18,4
21	55,3	25,5	beau, qq. vap.	S faible	54,1	28,6	beau, qq. nuages	SE faible	51,9	28,6	beau, qq. nuages	ONO assez fort	30,7	17,5
22	54,6	20,8	beau	NO assez fort	54,5	24,7	nuageux	NE assez fort	54,0	24,3	beau, qq. nuages	NE assez fort	26,0	13,8
23	55,9	21,6	beau	NO très-faible	55,2	25,7	beau	NO faible	53,6	27,6	nuageux	SE faible	28,5	12,9
24	54,9	21,5	beau	N assez fort	53,9	25,0	beau, qq. nuages	N assez fort	52,9	25,6	beau	N fort	26,5	17,0
25	55,4	19,4	beau	NE fort	56,0	25,1	nuageux	SE faible	54,9	22,5	nuageux	SE faible	26,5	14,9
26	51,3	19,7	cirrus	NE faible	49,4	25,8	cirrus	S assez fort	48,0	24,3	cirrus	S faible	27,4	12,8
27	50,1	17,4	beau	NNE assez fort	50,0	22,1	beau	N assez fort	50,3	22,8	beau	NNE fort	22,9	14,6
28	55,2	18,4	beau	NO faible	54,8	23,7	beau	O faible	53,9	24,7	beau	S faible	26,6	10,1
29	57,0	20,3	beau, qq. nuages	NO faible	56,4	25,4	beau	SE faible	55,2	24,8	beau	SE faible	27,0	13,4
30	56,5	23,8	beau, qq. nuages	NO faible	55,9	27,0	beau, qq. nuages	OSO faible	55,1	24,8	beau, qq. nuages	OSO assez fort	29,8	14,9
31	55,2	18,9	couvert	E fort	55,3	18,1	pluie	S fort	55,2	19,9	couvert	SSE fort	21,5	17,0
Moyenne du mois.	755,72	19,70			755,33	23,53			754,51	22,90			25,29	13,73

Altitude du baromètre : 56,7 mètres.

Quantité de pluie tombée pendant le mois : 25,12 millimètres.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES FAITES A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MONTPELLIER. — JUIN 1864.

JOURS	HUIT HEURES DU MATIN.				MIDI.				QUATRE HEURES DU SOIR.				THERMOMÈTRE.	
du mois.	Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	Maximum.	Minimum.
1	754,6	18,8	couvert	E faible	754,3	19,5	couvert	SE assez fort	753,2	18,9	couvert	SE assez fort	22,2	15,9
2	49,6	17,1	pluie	SE assez fort	50,3	14,8	pluie	NNE faible	51,8	19,7	très-nuageux	N faible	20,9	16,8
3	56,3	21,3	beau	NO faible	55,7	24,0	beau	S faible	54,3	23,7	beau, qq. nuages	NE faible	25,9	14,4
4	55,3	19,8	nuageux	NE faible	55,3	24,0	nuageux	NE assez fort	55,1	23,5	beau, qq. nuages	S assez fort	25,8	15,4
5	57,1	21,0	beau, vapeurs	NNE faible	57,9	24,6	nuageux	E faible	57,0	24,6	nuageux	S assez fort	25,9	16,7
6	57,6	22,7	beau	NNE faible	56,7	27,7	beau	NNE faible	54,8	28,7	beau, qq. nuages	S faible	29,9	16,2
7	54,8	21,2	nuageux	ONO assez fort	54,8	23,0	nuageux	ONO assez fort	55,1	20,8	très-nuageux	O assez fort	25,0	18,4
8	57,3	20,0	très-nuageux	NO assez fort	57,2	22,6	très-nuageux	ONO fort	56,1	24,8	nuageux	NO très-fort	25,9	16,4
9	55,8	21,5	nuageux	NO faible	54,9	24,1	nuageux	NO faible	55,2	17,0	couvert	NO faible	24,8	15,8
10	56,4	16,4	beau, qq. nuages	NO très-fort	56,3	20,1	beau, qq. nuages	NO très-fort	56,5	20,5	beau, qq. nuages	NO très-fort	21,6	12,0
11	56,1	20,3	beau	O assez fort	54,3	24,6	beau	N assez fort	52,9	26,2	beau	N assez fort	26,5	13,4
12	51,9	23,5	nuageux	NO faible	52,2	26,6	nuageux	S assez fort	50,8	23,9	nuageux	S assez fort	27,5	15,1
13	51,7	17,8	couvert	E faible	51,9	19,1	presque couvert	NE faible	50,9	23,0	très-nuageux	S faible	26,1	16,7
14	50,9	16,4	pluie	N faible	50,2	18,9	couvert	N faible	49,3	22,0	beau, qq. nuages	E faible	23,5	15,4
15	54,2	18,6	beau, qq. nuages	ONO fort	54,8	21,6	beau, qq. nuages	NO très-fort	54,7	21,9	beau, qq. nuages	NO fort	22,8	15,5
16	58,2	19,4	nuageux	ONO assez fort	58,2	23,4	nuageux	ONO très-fort	58,7	24,4	beau, qq. nuages	ONO fort	24,7	15,9
17	62,8	22,2	beau, cirrus	ONO fort	62,1	25,3	beau	ONO fort	60,9	27,9	beau, qq. nuages	N très-fort	29,0	17,4
18	62,1	23,7	beau	E très-faible	61,6	30,6	beau	S faible	60,6	28,0	beau	NO assez fort	31,1	16,8
19	62,9	24,8	vapeurs	NNO fort	62,6	27,1	nuageux	NNE assez fort	61,2	28,0	vaporeux	NO faible	30,0	17,4
20	62,2	22,3	beau	N fort	61,5	28,3	beau	N assez fort	60,1	30,7	beau	SE assez fort	31,7	16,8
21	60,8	26,3	beau	NO faible	60,1	31,0	beau	SE faible	58,5	30,9	beau	S faible	33,9	17,4
22	60,5	28,1	beau	NO faible	59,9	30,3	beau	N fort	58,9	31,4	beau	NNO assez fort	32,5	20,9
23	60,9	25,3	beau	NO faible	59,2	29,2	beau	N faible	58,4	28,8	beau, vapeurs	S faible	31,5	16,9
24	61,7	25,0	beau, qq. vap.	N très-faible	61,2	27,3	nuageux	NO très-faible	60,3	28,7	nuageux	NO faible	29,9	17,8
25	62,1	23,3	beau	NO faible	60,7	27,4	beau	N assez fort	59,5	29,6	beau, qq. nuages	S assez fort	30,9	15,9
26	59,1	24,6	beau, qq. cirrus	NO assez fort	57,6	28,5	beau	NO assez fort	55,8	28,8	beau	NO assez fort	30,5	17,1
27	55,9	22,7	beau	NO très-fort	55,1	24,3	beau, qq. nuages	NO très-fort	55,1	24,6	beau, qq. nuages	NO très-fort	27,4	18,8
28	60,0	18,4	beau	NO faible	59,6	22,0	beau	N fort	59,0	22,8	beau	N très-fort	24,8	12,7
29	61,8	19,9	couvert	NO faible	61,0	23,3	presque couvert	NO assez fort	59,5	23,6	presque couvert	ONO fort	25,8	16,1
30	59,8	19,9	presque couvert	ONO assez fort	58,4	24,8	nuageux	NO fort	57,3	23,7	nuageux	NO très-fort	26,0	17,8
Moyenne du mois.	757,68	21,34			757,19	24,60			756,38	25,04			27,13	16,33

Altitude du baromètre : 58,7 mètres.

Quantité de pluie tombée pendant le mois : 83 millimètres.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES FAITES A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MONTPELLIER. — JUILLET 1864.

JOURS du mois.	HUIT HEURES DU MATIN.				MIDI.				QUATRE HEURES DU SOIR.				THERMOMÈTRE.	
	Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	Maximum.	Minimum.
1	756,3	23,7	beau, qq. nuages	NO fort	755,9	26,1	beau	NO fort	755,0	27,0	beau, qq. nuages	NO très-fort	28,2	19,9
2	55,9	22,1	beau	NO faible	54,8	26,7	beau	SO faiblo	53,7	27,3	beau	SO assez fort	29,5	14,4
3	54,9	23,1	cirrus	SO faible	54,5	27,6	beau, qq. nuages	S faible	54,2	28,7	beau	O assez fort	30,5	15,4
4	57,5	20,7	beau	NNO fort	56,9	25,1	beau	NO fort	55,9	27,6	beau	N assez fort	27,9	17,8
5	59,0	21,3	beau	N faible	58,1	27,9	beau	S faible	56,6	26,8	beau	S assez fort	29,7	14,9
6	57,9	21,3	beau	NO très-faible	57,0	29,9	beau	SSO faible	55,8	28,5	nuageux	S très-faible	31,1	17,0
7	57,7	23,8	beau	NNE faible	57,2	28,3	beau	NNO faible	56,0	29,7	beau	SSO assez fort	31,2	17,8
8	57,3	22,7	beau	NNE fort	56.9	27,7	beau	N faible	55,3	29,6	beau	S faible	31,0	17,8
9	54,9	24,8	beau	NE assez fort	53,9	31,0	nuageux	SO faible	51,9	30,5	beau, qq. nuages	S faible	32,9	17,9
10	52,8	22,8	presque couvert	NNE faible	53,0	28,5	presque couvert	ENE faible	53,0	26,5	nuageux	SSO assez fort	29,5	19,4
11	56,3	26,0	beau	NNE faible	57,1	30,5	beau	SSE faible	57,3	29,8	beau, qq. nuages	SSE faible	32,2	13,9
12	56,4	25,8	nuageux	NNE faible	56,1	29,2	beau, qq. nuages	SSE assez fort	54,7	27,6	beau	SE faible	31,2	19,0
13	54,0	22,6	nuageux	NE faible	53,9	30,8	beau, qq. nuages	S faible	52,7	31,0	beau	NNO assez fort	33,0	18,9
14	56,2	26,6	beau	NNO faible	55,5	31,3	beau, qq. nuages	S faible	54,7	29,8	beau	S assez fort	32,5	19,9
15	57,3	26,6	beau	NE assez fort	56,5	31,7	beau	NE assez fort	56,3	29,1	beau	S faible	33,8	20,2
16	58,6	24,0	presque couvert	E faible	58.6	28,7	presque couvert	S assez fort	58,3	27,8	beau	S assez fort	31,9	21,3
17	59,9	25,7	beau	NE faible	58,1	30,1	beau	E faible	56,7	27,3	nimbus	S assez fort	31,8	20,0
18	57,6	25,8	beau	NNO faible	56,6	29,7	beau, qq. nuages	SE faible	55,5	30,1	nuageux	NO assez fort	32,2	18,9
19	58,2	23,6	beau	ONO fort	57,9	27,2	beau, qq. nuages	NNO fort	57,1	28,3	beau, qq. nuages	NNO fort	29,2	18,7
20	58,0	25,7	nuageux	O faible	57,2	30,8	nuageux	SO faible	55,9	31,7	nuageux	S faible	33,0	18,9
21	56,2	27,9	beau, qq. cirrus	ONO faible	55,6	31,6	très-nuageux	E faible	54,3	31,2	très-nuageux	SO fort	34,6	20,5
22	57,1	26,5	nuageux	NO assez fort	57,3	28,9	beau, qq. nuages	NNO assez fort	56,5	28,7	beau	NO fort	31,0	22,0
23	58,4	25,7	beau, vapeurs	NO faible	57,2	30,1	beau	NNO assez fort	55,3	32,2	beau, qq. vap.	NNO assez fort	33,5	19,5
24	56,5	25,6	beau	NNE assez fort	56,4	32,3	beau	NE faible	55,7	30,3	beau	S faible	34,8	20,1
25	56,3	23,8	beau	S faible	55,4	29,8	nuageux	S faible	54,3	29,3	beau, qq. nuages	S faible	32,5	20,0
26	55,4	26,3	beau	NO faible	55,2	29,8	beau	NO faible	54,0	30,6	beau	NO assez fort	32,5	21,9
27	56,5	26,3	beau	NO faible	55,2	32,2	beau	S faible	54,4	31,1	beau	SSO faible	33,6	20,5
28	56,1	26,0	beau	N très-faible	56,0	30,9	beau	SE très-faible	56,0	29,1	presque couvert	SSO faible	33.1	20,4
29	57,2	26,5	presque couvert	NE très-faible	57,2	31,7	beau, qq. nuages	N faible	56,6	32,7	très-nuageux	SO faible	34,2	21,5
30	60,6	28,5	beau	NNE faible	60,6	32,0	beau	NNE faible	59,4	33,7	beau, qq. nuages	SSO faible	35,8	22,2
31	62,1	27,4	beau	NNO faible	62,1	32,6	beau	NE faible	61,3	32,4	beau	S faible	34,7	21,8
Moyenne du mois.	757,07	24,91			756,58	29,70			755,63	29,55			32 02	19,27

Altitude du baromètre : 58,7 mètres.

Quantité de pluie tombée pendant le mois : 6 millimètres.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES FAITES A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MONTPELLIER. — AOUT 1864.

JOURS	HUIT HEURES DU MATIN.				MIDI.				QUATRE HEURES DU SOIR.				THERMOMÈTRE.	
du mois.	Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	Maximum.	Minimum.
1	761,0	28,9	beau	SSO faible	760,7	33,5	beau	SSE assez fort	759,4	31,9	beau	SSE faible	34,6	21,5
2	57,7	26,9	beau	NNO faible	56,5	34,0	beau	ONO assez fort	55,5	33,0	nuageux	OSO assez fort	35,5	20,0
3	57,0	23,2	beau	NNE faible	56,8	30,3	beau	NNE faible	55,9	31,0	beau	SSE faible	32,7	20,0
4	58,5	25,4	beau, qq. nuages	NNE faible	58,7	30,9	beau, qq. nuages	SSE assez fort	58,6	29,2	beau	SSO assez fort	32,8	19,0
5	60,7	26,8	beau	NNE faible	60,6	32,2	beau	SSE faible	59,6	31,0	beau	SSO assez fort	34,4	22,5
6	59,5	25,8	beau, qq. nuages	ENE faible	58,7	31,4	beau	SSE faible	57,3	28,7	très-nuageux	SSE faible	32,7	22,2
7	56,1	27,5	beau, qq. nuages	ONO faible	55,5	34,4	beau	SO faible	53,8	34,4	nimbus	ONO fort	36,2	22,3
8	55,8	29,6	beau	ONO très-faible	55,2	34,5	beau	ONO faible	54,0	34,1	beau	NNO faible	35,0	24,0
9	56,3	29,1	beau	NO faible	56,2	33,9	beau	S faible	55,6	32,7	beau	S assez fort	34,5	23,5
10	57,7	23,4	très-nuageux	ONO fort	58,1	25,9	très-nuageux	ONO très-fort	57,5	26,2	très-nuageux	NO très-fort	27,0	21,8
11	59,7	20,0	beau	N fort	59,2	22,7	beau	N très-fort	58,9	23,9	beau	N fort	25,0	17,0
12	62,2	18,2	beau	NNE fort	62,0	24,2	beau	NE fort	60,4	26,6	beau	N assez fort	27,0	16,0
13	59,6	24,2	beau	NO faible	58,8	27,6	beau	S faible	57,9	26,9	beau, qq. nuages	S faible	29,5	14,0
14	58,1	22,8	beau, qq. nuages	NE faible	56,5	28,6	beau	NNO faible	54,8	29,2	beau	NNE fort	31,5	15,5
15	57,8	20,6	beau	NNE assez fort	58,1	25,1	beau	NNE assez fort	57,8	28,1	beau	N faible	28,8	15,9
16	58,4	25,1	beau	N très-faible	57,9	29,7	beau	S assez fort	56,9	26,5	beau	S assez fort	30,6	17,0
17	55,6	25,0	beau	NE faible	54,6	30,6	beau	S assez fort	52,9	27,3	beau	S faible	32,2	17,0
18	52,7	25,2	couvert	NO très-faible	52,6	30,2	couvert	SO faible	51,5	28,9	presque couvert	SO faible	32,4	22,5
19	50,0	21,9	beau, qq. nuages	NE faible	50,1	27,3	beau, qq. nuages	S faible	48,9	24,7	couvert	S faible	29,3	19,5
20	51,6	23,6	beau, qq. nuages	O faible	52,3	26,9	beau	O assez fort	52,2	27,9	beau, qq. nuages	O assez fort	29,6	20,2
21	56,0	22,0	beau	NE faible	56,0	28,5	beau	E faible	55,8	27,9	beau	S assez fort	30,7	16,9
22	55,9	24,8	beau, qq. cirrus	E faible	55,7	28,0	nuageux	S assez fort	53,4	24,9	très-nuageux	S faible	29,5	18,8
23	49,5	24,2	presque couvert	SE faible	49,5	27,6	beau, qq. nuages	E faible	49,2	27,8	nuageux	E faible	30,0	22,0
24	55,7	21,6	beau, qq. nuages	NO assez fort	56,5	23,2	beau, qq. nuages	NO fort	57,2	23,6	beau, qq. nuages	OSO fort	24,5	18,5
25	62,5	18,1	beau	NNE faible	62,0	21,7	beau	N assez fort	60,8	23,2	beau	NE assez fort	24,0	12,5
26	61,9	20,3	beau	NO faible	61,1	23,6	beau	NO faible	59,8	23,6	beau	NO faible	24,6	12,8
27	62,5	17,9	beau	N faible	61,8	21,0	beau	NNE assez fort	60,7	21,7	beau	NO fort	23,4	12,0
28	61,9	16,6	beau, qq. nuages	N assez fort	61,5	21,7	beau, qq. nuages	NE assez fort	60,6	23,5	beau, qq nuages	S faible	25,7	11,2
29	61,5	18,8	beau	NE faible	61,7	23,6	beau, qq. nuages	S faible	61,4	22,2	beau, qq. nuages	S assez fort	24,7	11,9
30	61,7	18,6	couvert	NE faible	62,1	23,6	couvert	S faible	61,5	22,2	couvert	S faible	25,5	14,9
31	62,4	18,7	couvert	NE faible	62,3	24,7	nuageux	SE faible	61,6	23,6	beau, qq. nuages	S faible	26,5	13,5
Moyenne du mois.	757,98	23,09			757,72	27,78			756,82	27,30			29,69	17,95

Altitude du baromètre : 58,7 mètres.

Quantité de pluie tombée pendant le mois : 2 millimètres.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES FAITES A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MONTPELLIER. — SEPTEMBRE 1864.

JOURS	HUIT HEURES DU MATIN.				MIDI.				QUATRE HEURES DU SOIR.				THERMOMÈTRE.	
du mois.	Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	Maximum.	Minimum.
1	762,2	21,6	beau, qq. nuages	SO faible	761,1	25,2	beau	SO faible	759,8	24,2	beau, qq. nuages	S faible	27,3	15,0
2	59,8	20,2	couvert	NO faible	59,2	24,2	nuageux	SO faible	58,0	22,2	couvert	SO faible	26,0	17,5
3	57,1	18,7	beau, qq. nuages	NO faible	56,6	23,2	nuageux	O assez fort	56,0	23,2	beau, qq nuages	O faible	26,0	15,0
4	54,6	18,8	beau, qq. nuages	NO assez fort	55,5	23,0	beau, qq. nuages	NO très-fort	55,8	22,7	beau, qq. nuages	NNO fort	24,5	15,0
5	60,7	19,7	beau, qq. nuages	NNO très-fort	60,7	23,8	beau	NO très-fort	60,5	25,2	beau, qq. nuages	NO fort	26,3	14,9
6	62,2	23,1	beau	NO fort	61,5	27,5	beau	NO assez fort	60,4	28,1	beau	N assez fort	29,5	18,5
7	60,7	24,0	beau	NO faible	60,2	28,7	beau	N fort	59,3	30,5	beau	NE faible	31,0	17,5
8	60,3	25,7	beau	NO très-faible	60,4	30,8	beau	SE très-faible	59,5	30,2	beau	S faible	32,7	19,0
9	62,2	23,7	beau	NE faible	62,1	25,4	beau	S faible	60,6	24,5	beau	S faible	27,5	18,5
10	61,1	18,8	couvert	NE faible	59,9	26,4	beau	NE faible	58,8	22,5	beau, qq. nuages	S faible	26,8	18,0
11	57,1	19,7	couvert	N faible	56,6	24,5	couvert	E faible	55,4	24,3	couvert	S faible	27,2	18,3
12	57,4	15,6	nuageux	NO faible	57,7	19,8	nuageux	N faible	57,6	18,7	nuageux	NNE assez fort	21,5	12,5
13	58,6	16,1	beau	NNO fort	58,2	20,2	beau	NO fort	57,9	21,8	beau	NO fort	21,9	11,8
14	58,9	18,6	beau	NO très-faible	57,7	23,6	beau	O très-faible	56,1	22,2	beau	SO très-faible	25,0	11,7
15	55,6	17,6	couvert	NE faible	55,5	22,6	nuageux	S faible	54,6	20,7	couvert	SSE assez fort	24,3	13,5
16	53,4	19,7	couvert	SE assez fort	53,0	21,0	couvert	SE fort	52,2	19,7	couvert	SE fort	21,5	18,5
17	51,1	19,7	couvert	SE fort	51,8	20,7	couvert	SSE fort	51,3	19,8	couvert	S fort	22,5	18,5
18	55,3	16,6	beau, qq. nuages	N faible	54,9	21,8	beau	S faible	54,0	21,8	beau, qq. nuages	S faible	24,0	12,0
19	56,4	15,5	nuageux	NO faible	56,3	19,8	beau, qq. nuages	NO faible	55,9	18,3	nuageux	NO faible	21,5	12,0
20	57,6	14,4	couvert	O faible	57,4	18,6	beau, qq. nuages	NO fort	56,4	19,6	beau, qq. nuages	NO fort	20,0	11,9
21	57,9	16,6	beau	NO faible	56,4	23,2	beau	NO faible	55,2	23,2	nuageux	NO faible	24,8	11,5
22	57,1	19,8	beau	NO faible	56,5	25,2	beau, qq. nuages	SSO faible	56,2	23,7	nuageux	SO faible	26,0	11,5
23	59,5	20,5	beau	NO faible	59,3	24,8	beau	NO fort	59,1	25,4	beau	NO fort	26,3	13,9
24	61,2	19,8	beau, qq. nuages	N assez fort	61,4	23,2	beau	NNE assez fort	60,7	24,6	beau	NE faible	26,2	13,0
25	62,6	19,8	beau	NNO faible	62,4	24,6	beau	NE assez fort	61,6	25,7	beau	NNE fort	26,5	13,5
26	63,0	19,6	beau	NE assez fort	62,6	24,0	beau	NNE assez fort	61,4	23,1	beau, qq. vap.	S très-faible	25,5	13,8
27	61,3	17,8	beau	NE assez fort	61,8	21,9	beau, qq. nuages	S faible	60,8	20,6	beau	S faible	22,5	12,5
28	63,1	17,9	couvert	E faible	63,1	21,9	beau, qq. nuages	S faible	62,4	20,8	beau	S faible	23,8	13,5
29	61,9	17,3	beau	NO faible	58,6	20,6	beau	S faible	56,0	17,8	beau	N faible	23,2	11,5
30	54,6	17,0	beau	NO faible	54,8	23,2	beau	SSO faible	58,2	22,2	beau	SSO faible	24,6	12,8
Moyenne du mois.	758,82	19,11			758,41	23,45			757,56	22,86			25,21	14,62

Altitude du baromètre : 58,7 mètres.

Quantité de pluie tombée pendant le mois : 30,5 millimètres.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES FAITES A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MONTPELLIER. — OCTOBRE 1864.

JOURS du mois.	HUIT HEURES DU MATIN.				MIDI.				QUATRE HEURES DU SOIR.				THERMOMÈTRE.	
	Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	Maximum.	Minimum.
1	752,9	17,3	beau	N faible	752,9	22,1	beau	N faible	752,2	22,6	beau	N faible	23,4	13,9
2	54,0	18,6	nuageux	NE faible	53,9	21,8	très-nuageux	ESE faible	53,4	16,7	orage, pluie	N faible	23,4	15,0
3	53,9	14,3	pluie	NNE faible	54,5	16,1	couvert	NNE faible	54,4	17,3	couvert	E faible	18,0	14,0
4	54,2	12,7	pluie	NE faible	54,2	12,8	pluie	NE faible	53,5	11,8	pluie	NE faible	14,8	12,5
5	54,6	11,1	pluie	NE faible	54,6	12,8	pluie	NE faible	54,3	13,3	pluie	NE faible	14,0	9,8
6	56,5	12,1	couvert	NE faible	56,9	14,9	couvert	NE faible	56,3	15,6	couvert	S faible	17,1	11,0
7	59,2	12,6	couvert	NO faible	58,9	13,8	pluie	NO faible	58,1	14,3	beau, qq. nuages	NO faible	15,4	12,0
8	59,1	11,6	beau	NE faible	58,1	16,6	nuageux	NE faible	57,1	16,2	beau	S faible	17,5	8,5
9	56,6	12,6	beau	N très-faible	56,3	16,9	beau, qq. nuages	N très-faible	55,0	16,7	couvert	SO faible	18,3	8,3
10	55,0	12,0	beau, qq. nuages	N très-faible	54,5	16,7	nuageux	N très-faible	54,1	15,1	beau, qq. vap.	S très-faible	19,0	8,5
11	58,4	10,6	beau	N faible	58,1	15,7	beau	NO très-faible	57,9	16,3	beau, qq. nuages	N très-faible	16,5	6,9
12	57,9	10,0	cirrus	NNO faible	58,7	14,0	presque couvert	NE assez fort	58,0	15,7	beau	NNE assez fort	16,0	7,9
13	57,3	11,5	beau	N faible	56,4	16,8	beau	NNE assez fort	55,2	17,2	beau, qq. nuages	NNE assez fort	17,9	7,0
14	56,0	10,3	beau	ONO faible	55,3	15,9	beau	NNE assez fort	54,2	15,3	beau	ENE assez fort	16,8	7,0
15	55,5	11,7	beau	N faible	54,9	17,7	beau	NNO fort	54,8	15,8	beau	N fort	18,4	8,0
16	57,9	8,9	beau	NNO faible	57,8	15,6	beau	N faible	57,2	16,5	beau	NNE faible	16,7	5,0
17	58,6	11,0	couvert	N faible	57,7	14,8	couvert	NO assez fort	56,6	17,0	couvert	E faible	19,5	5,0
18	57,3	14,0	couvert	NE faible	56,2	17,6	couvert	E faible	55,4	17,1	couvert	SE faible	17,8	10,5
19	51,5	16,0	pluie	E fort	50,3	17,6	couvert	SE fort	48,6	16,9	couvert	SE très-fort	18,4	13,9
20	45,1	14,6	pluie	NO assez fort	47,2	16,1	couvert	NO assez fort	49,0	16,3	couvert	NNE faible	17,5	13,8
21	48,8	12,3	beau	N faible	47,6	15,9	très-nuageux	NE faible	46,4	16,0	presque couvert	NE faible	16,7	9,0
22	47,1	12,7	couvert	NO faible	45,6	16,6	pluie	S assez fort	41,9	17,6	pluie	S fort	17,9	10,5
23	50.5	12,3	beau, qq. vap.	NO très-faible	49,3	17,0	nuageux	SE faible	48,2	16,6	nuageux	SE faible	18,0	10,0
24	46,9	14,7	beau, qq. nuages	NO faible	47,7	18,7	beau, qq. nuages	NE faible	46,9	17,8	beau, qq. nuages	S faible	20,4	11,5
25	44,4	16,3	couvert	SE faible	42,7	17,2	pluie	SE faible	41,6	17,1	couvert	SE faible	18,4	12,0
26	37,9	16,9	pluie	SE fort	35,9	16,8	couvert	E faible	37,5	14,7	très-nuageux	SO faible	17,4	15,0
27	47,7	10,3	nuageux	N faible	47,4	16,7	très-nuageux	SE faible	46,5	16,0	couvert	E faible	18,0	7,0
28	41,2	15,7	presque couvert	SSE assez fort	41,2	17,9	très-nuageux	SE assez fort	40,8	16,2	couvert	SE assez fort	18,5	11,3
29	42,9	12,7	beau, cirrus	N faible	43,5	16,7	nuageux	E faible	43,2	15,3	nuageux	S faible	19,1	11,2
30	50,3	12,9	beau	NO assez fort	51,2	16,7	beau	NO assez fort	52,0	16,0	beau	NO assez fort	17,0	10,0
31	57,4	9,1	beau, cirrus	N très-faible	57,6	16,3	très-nuageux	NNE très-faible	57,8	15,3	presque couvert	E très-faible	17,4	6,5
Moyenne du mois.	752,47	12,88			752,16	16,54			751,55	16,20			17,91	10,08

Altitude du baromètre : 58,7 mètres.

Quantité de pluie tombée pendant le mois : 243,5 millimètres.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES FAITES A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MONTPELLIER. — NOVEMBRE 1864.

JOURS	HUIT HEURES DU MATIN.				MIDI.				QUATRE HEURES DU SOIR.				THERMOMÈTRE.	
du mois.	Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	Maximum.	Minimum.
1	759,4	12,9	couvert	NE faible	759,4	15,7	couvert	ESE faible	759,1	15,7	couvert	E faible	16,5	11,5
2	57,6	13,8	couvert	NE faible	55,9	13,6	pluie	NE assez fort	54,0	13,6	pluie	NE assez fort	14,5	12,5
3	55,3	13,8	couvert	NNE faible	55,4	15,8	couvert	NNE faible	55,8	15,6	couvert	NE faible	16,9	11,9
4	59,4	12,6	cirrus	NNE faible	59,1	15,9	cirrus	NNE assez fort	57,8	14,9	très-nuageux	NNE fort	16,5	11,5
5	59,5	11,4	pluie	NNE fort	59,3	13,7	couvert	NNE fort	58,1	13,8	couvert	NNE faible	14,0	9,5
6	54,6	9,8	beau	NNE très-fort	58,3	11,0	beau	N très-fort	52,6	8,7	beau	NNO très-fort	11,3	7,5
7	56,2	4,9	couvert	N faible	56,2	7,8	très-nuageux	N faible	56,2	8,0	couvert	N faible	9,5	8,0
8	55,8	4,9	nuageux	NO faible	54,7	9,6	très-nuageux	NO faible	53,8	9,6	nuageux	NE faible	11,3	2,9
9	53,4	4,4	nuageux	NO faible	52,9	8,8	très-nuageux	N faible	52,0	8,9	très-nuageux	N faible	10,0	2,5
10	53,6	5,9	presque couvert	NNE faible	53,5	10,0	presque couvert	NE faible	52,4	10,7	presque couvert	NE faible	11,0	4,5
11	52,4	9,0	presque couvert	NNE faible	52,4	10,8	couvert	NNE faible	52,4	10,7	nuageux	NE faible	12,0	7,2
12	54,1	8,3	nuageux	NNO faible	54,1	12,3	très-nuageux	NE faible	54,0	10,8	beau, qq. nuages	E faible	13,1	6,0
13	54,8	4,9	beau	NNO faible	53,8	11,4	beau	NE faible	51,2	10,8	presque couvert	NE faible	12,1	3,2
14	46,1	10,3	couvert	NE faible	42,4	13,1	couvert	N fort	42,2	11,8	couvert	N faible	14,0	9,0
15	41,4	8,8	très-nuageux	SO faible	41,4	11,9	couvert	SSO assez fort	40,6	10,9	nuageux	SO assez fort	12,9	6,5
16	43,8	9,7	très-nuageux	OSO assez fort	44,3	13,0	nuageux	O fort	46,1	11,0	beau, qq. nuages	O assez fort	14,0	7,0
17	51,8	9,0	nuageux	NO faible	51,8	13,8	nuageux	NO assez fort	51,8	12,3	beau, qq. nuages	SSO faible	14,4	7,0
18	53,6	10,2	couvert	NO faible	54,4	9,9	couvert	SO faible	55,0	11,7	nuageux	ONO assez fort	18,3	7,5
19	59,3	8,9	beau, cirrus	N faible	57,4	18,1	beau, qq. nuages	NO assez fort	56,3	11,8	beau, qq. nuages	NO faible	13,8	7,0
20	56,2	7,7	presque couvert	NNE faible	56,2	10,8	couvert	NO faible	55,9	11,4	presque couvert	NO faible	12,5	5,0
21	55,5	10,3	nuageux	NO assez fort	55,5	18,3	très-nuageux	ONO fort	55,0	12,5	nuageux	ONO fort	18,5	6,2
22	59,1	7,9	beau, vapeurs	N faible	58,9	18,6	très-nuageux	NO fort	58,3	12,9	nuageux	NO assez fort	15,3	5,0
23	58,7	10,3	couvert	NO faible	57,2	14,6	presque couvert	NO faible	55,0	12,6	nuageux	SSO faible	15,0	9,5
24	45,2	11,1	brouillard	NE faible	45,2	8,9	pluie	NO assez fort	45,7	8,9	couvert	O faible	11,1	8,8
25	44,9	4,8	nuageux	NE assez fort	45,5	7,9	nuageux	NE assez fort	47,5	8,4	beau, qq. nuages	NNE faible	10,0	2,5
26	45,6	5,9	pluie	N faible	45,8	10,2	beau, qq. nuages	NO assez fort	47,0	9,9	beau, qq. nuages	NO assez fort	11,8	3,5
27	54,2	9,0	nuageux	NO fort	56,1	10,9	beau, qq. nuages	NNO fort	57,9	10,1	beau	NO assez fort	11,4	6,5
28	61,1	7,1	beau	NO faible	61,0	14,3	beau	NO faible	60,7	12,7	beau	E très-faible	15,4	4,5
29	64,5	10,5	très-nuageux	NNO faible	64,4	14,0	beau, cirrus	N assez fort	64,4	12,4	beau	N assez fort	14,1	5,0
30	64,0	4,8	beau	ONO très-faible	63,3	11,2	beau	ONO faible	62,7	9,4	beau	NE faible	11,9	2,5
Moyenne du mois.	754,37	8,76			754,08	12,01			753,72	11,42			13,10	6,56

Altitude du baromètre : 58,7 mètres.

Quantité de pluie tombée pendant le mois : 58,68 millimètres.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES FAITES A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MONTPELLIER. — DÉCEMBRE 1864.

JOURS	HUIT HEURES DU MATIN.				MIDI.				QUATRE HEURES DU SOIR.				THERMOMÈTRE.	
du mois.	Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	Maximum.	Minimum.
1	763,8	1,8	beau	NO faible	763,1	7,1	beau, qq. nuages	NNE faible	761,8	7,1	très-nuageux	NE faible	8,5	0,5
2	62,6	6,8	beau	NO faible	62,9	10,8	beau	NE faible	62,8	9,4	beau	NO faible	11,5	4,0
3	64,6	3,1	beau	NE faible	64,7	7,4	beau	N fort	65,0	6,4	beau	NE faible	8,0	0,0
4	66,2	3,0	beau	N assez fort	66,2	7,1	beau	NE assez fort	65,8	7,2	beau	NE faible	8,4	0,0
5	64,2	0,2	beau	N faible	63,2	6,8	beau, qq. vap.	N faible	62,3	5,9	beau, vapeurs	E faible	8,0	—1,3
6	64,9	5,8	nuageux	NE faible	64,8	9,0	beau	NE faible	63,6	9,1	beau	NE faible	9,8	1,0
7	62,0	4,7	beau	NE faible	61,9	9,1	beau	NE assez fort	60,0	8,8	beau	NE assez fort	9,5	3,0
8	58,6	2,7	beau	N faible	58,8	8,8	beau	NE faible	57,0	9,8	presque couvert	NE faible	10,5	1,0
9	57,4	6,0	couvert	NE assez fort	57,3	8,4	presque couvert	NE assez fort	55,9	10,7	presque couvert	SE faible	11,0	5,2
10	54,7	11,0	pluie	SE fort	54,6	11,8	pluie	SE fort	54,3	11,3	pluie	SE fort	12,0	9,8
11	56,5	10,7	pluie	E très-fort	57,0	10,8	pluie	E fort	56,5	11,7	pluie	ESE fort	12,0	8,5
12	55,2	11,7	presque couvert	SE assez fort	53,6	13,6	couvert	S assez fort	51,5	12,3	pluie	SE fort	13,7	10,0
13	46,5	9,9	cirrus	S faible	46,8	11,8	très-nuageux	SE faible	45,5	10,7	très-nuageux	SE faible	12,5	8,9
14	43,1	9,6	pluie	E fort	42,4	10,7	pluie	NE très-fort	41,4	9,9	pluie	SE fort	11,4	8,9
15	41,8	7,0	pluie	NE assez fort	42,6	8,9	pluie	NE fort	43,2	9,4	couvert	N faible	9,5	6,5
16	46,8	6,9	couvert	ONO fort	47,3	6,2	très-nuageux	ONO très-fort	49,0	6,4	nuageux	NO faible	7,7	6,3
17	52,9	1,5	beau, qq. cirrus	NO faible	52,7	7,7	beau, qq. cirrus	NNE faible	52,1	7,4	nuageux	NE faible	8,4	0,5
18	49,9	6,1	pluie	NE faible	50,2	7,7	couvert	NE assez fort	51,4	6,8	nuageux	N faible	8,3	4,0
19	57,5	5,6	beau	NO faible	59,1	8,9	beau	NE faible	59,1	8,9	beau	N faible	10,0	3,0
20	62,5	3,4	presque couvert	N faible	62,5	8,4	couvert	NO faible	61,6	7,9	couvert	NO faible	9,0	1,0
21	57,1	6,9	très-nuageux	NO faible	56,2	10,7	beau	N assez fort	56,1	9,9	beau	NO faible	11,3	4,5
22	54,6	7,7	nuageux	NO faible	52,8	7,8	très-nuageux	NO faible	52,3	6,4	nuageux	N faible	9,0	5,5
23	54,6	1,8	beau	N faible	54,9	5,3	cirrus	NE fort	55,3	4,2	nuageux	NNE faible	6,3	0,0
24	60,2	1,4	couvert	N faible	60,3	2,2	presque couvert	NNE assez fort	59,9	2,8	couvert	N assez fort	3,4	—1,0
25	60,8	—1,1	beau	NNE fort	59,2	2,5	beau	NE fort	58,4	1,6	vapeurs	NE faible	3,0	—2,5
26	57,6	0,8	couvert	N faible	56,9	2,7	couvert	NE faible	55,3	2,2	couvert	NE assez fort	3,4	—1,0
27	52,8	4,2	pluie	N fort	51,9	3,1	pluie	N fort	51,6	3,0	pluie	NE faible	4,7	0,0
28	57,8	0,7	beau, qq. nuages	NNO faible	57,8	3,8	vapeurs	NE faible	56,6	3,8	vapeurs	NE faible	5,0	—0,5
29	60,5	0,0	nuageux	NO faible	61,3	3,5	beau, qq. vap.	N faible	61,0	4,6	beau	NNE faible	4,7	—1,2
30	60,0	0,0	beau, qq. vap.	N faible	58,9	5,7	beau	N faible	57,7	6,7	beau	NE faible	7,4	—1,0
31	54,0	5,8	couvert	NE faible	52,3	7,7	vapeurs	NE faible	51,2	6,9	couvert	NE faible	8,0	2,5
Moyenne du mois.	756,80	4,68			756,57	7,58			755,97	7,89			8,58	2,78

Altitude du baromètre : 58,7 mètres.

Quantité de pluie tombée pendant le mois : 316 millimètres.

RÉSUMÉ DES OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES FAITES A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MONTPELLIER EN 1864.

1864.	HUIT HEURES DU MATIN		MIDI.		QUATRE HEURES DU SOIR.		TEMPÉRATURE			NOMBRE DES JOURS où le ciel a été généralement			JOURS de pluie.	PLUIE en millimètres.
	Baromètre à zéro.	Thermomètre extérieur.	Baromètre à zéro.	Thermomètre extérieur.	Baromètre à zéro.	Thermomètre extérieur.	Maxima.	Minima.	Moyenne.	Beau.	Nuageux.	Couvert.		
Janvier........	763,62	2,28	763,52	5,87	763,07	6,14	7,58	1,11	4,35	16	6	9	8	38,62
Février.........	755,50	3,27	755,21	7,38	754,64	7,14	9,09	1,54	5,32	11	5	13	12	57,50
Mars...........	751,88	10,03	751,95	13,52	750,92	13,45	14,99	7,14	11,06	13	8	10	12	125,88
Avril...........	757,33	14,45	757,02	18,68	756,15	18,20	20,12	8,95	14,54	18	12	0	0	0,00
Mai.............	755,72	19,70	755,33	23,53	754,51	22,90	25,29	13,73	19,51	16	11	4	7	25,12
Juin............	757,68	21,34	757,19	24,60	756,38	25,04	27,13	16,33	21,73	15	9	6	7	33,00
Juillet.........	757,07	24,91	756,58	29,70	755,63	29,55	32,02	19,27	25,65	21	10	0	3	6,00
Août............	757,98	23,09	757,72	27,78	756,82	27,30	29,69	17,95	23,82	22	7	2	1	2,00
Septembre.....	758,82	19,11	758,41	23,45	757,56	22,86	25,21	14,62	19,92	16	9	5	8	30,50
Octobre........	752,47	12,88	752,16	16,54	751,55	16,20	17,91	10,08	14,00	8	9	14	15	343,50
Novembre......	754,37	8,76	754,03	12,01	753,72	11,42	13,10	6,56	9,83	6	11	13	11	58,63
Décembre......	756,80	4,68	756,57	7,58	755,97	7,39	8,58	2,78	5,68	10	8	13	14	316,00
Moyenne de l'année.	756,60	13,71	756,31	17,55	755,58	17,30	19,23	10,01	14,62					
TOTAL.										172	105	89	98	1086,75

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MONTPELLIER

PENDANT L'ANNÉE 1865.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES FAITES A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MONTPELLIER. — JANVIER 1865.

JOURS	HUIT HEURES DU MATIN.				MIDI.				QUATRE HEURES DU SOIR.				THERMOMÈTRE.	
du mois.	Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	Maximum.	Minimum.
1	748,6	3,4	couvert	NE faible	748,8	6,3	presque couvert	NE faible	748,2	6,8	couvert	NE faible	7,9	1,5
2	50,1	6,2	couvert	N faible	50,4	8,9	beau,qq.nuages	N faible	51,2	5,9	beau,qq. nuages	NO faible	9,4	5,0
3	47,9	1,8	beau, qq. vap.	O faible	45,5	3,7	couvert	NE faible	45,6	1,9	couvert	NNE fort	4,5	1,0
4	58,7	3,4	beau	NO fort	59,4	6,8	beau	NO très-fort	60,4	5,8	beau	NO très-fort	7,2	1,0
5	64,7	6,9	beau,qq.nuages	NO assez fort	64,0	10,9	beau	N faible	63,9	9,8	beau,qq.nuages	NO faible	12,3	3,0
6	63,1	3,1	nuageux	NO faible	63,0	10,7	très-nuageux	OSO assez fort	63,4	9,7	nuageux	NO fort	11,7	1,2
7	65,7	3,4	nuageux	N faible	65,4	7,9	beau	N faible	64,0	7,9	beau	NNE faible	8,8	3,0
8	63,5	3,0	beau,qq.nuages	NNE faible	63,1	7,8	nuageux	NE assez fort	62,3	7,4	presque couvert	NE faible	9,0	2,0
9	60,1	7,6	beau, qq. cirrus	NE assez fort	60,3	11,4	beau,qq.nuages	NE assez fort	60,2	11,9	couvert	NE faible	12,4	6,0
10	60,4	4,7	beau	NE faible	60,1	10,1	beau	NE faible	59,5	9,1	beau, qq. vap.	SE faible	11,0	3,5
11	59,8	7,0	couvert	NNE faible	59,2	9,0	couvert	NE faible	57,9	10,0	couvert	NE faible	10,5	4,0
12	55,0	8,9	brouillard	E faible	53,5	10,8	pluie	E faible	51,7	11,2	couvert	SE faible	13,0	7,8
13	46,7	10,5	pluie	S faible	48,5	11,9	beau,qq.nuages	ONO fort	49,8	10,1	beau,qq.nuages	ONO faible	12,4	9,0
14	50,1	8,4	nuageux	OSO faible	47,1	15,3	beau,qq.nuages	SO très-fort	48,2	11,9	nuageux	O très-fort	15,5	7,0
15	49,6	6,4	beau,qq.nuages	ONO fort	47,7	8,0	très-nuageux	ONO très-fort	47,7	6,9	beau,qq.nuages	ONO fort	9,0	4,5
16	44,4	4,3	beau, qq.cirrus	SO assez fort	42,5	6,0	très-nuageux	SO assez fort	40,4	7,0	couvert	SO fort	9,5	3,0
17	38,8	4,4	nuageux	NO très-fort	39,3	6,1	nuageux	NO assez fort	40,8	6,0	beau,qq.nuages	N assez fort	8,4	2,0
18	44,9	2,4	beau	SO faible	45,2	7,0	beau	NO très-fort	45,2	6,0	beau	NO fort	7,0	1,0
19	50,3	2,0	beau,qq. cirrus	O faible	51,5	6,6	beau,qq.nuages	NO fort	51,3	6,8	nuageux	NO faible	7,0	0,5
20	52,7	2,4	beau	NO faible	52,6	7,0	nuageux	N faible	50,9	9,5	nuageux	NE faible	10,0	1,5
21	48,7	6,8	très-nuageux	N faible	49,0	10,8	très-nuageux	NNE faible	48,1	10,1	très-nuageux	E faible	11,9	4,5
22	50,2	6,7	presque couvert	NO faible	51,2	11,4	beau,qq.nuages	NO fort	51,7	10,6	beau,qq.nuages	NO assez fort	13,0	5,0
23	55,6	6,0	beau,qq. cirrus	NE assez fort	56,0	7,4	voilé	NE assez fort	54,1	8,0	presque couvert	NE faible	8,7	5,5
24	55,0	6,0	couvert	NE faible	55,2	11,3	presque couvert	NE faible	54,0	11,1	nuageux	E faible	13,4	3,0
25	53,4	6,0	pluie	N très-faible	52,9	12,4	très-nuageux	N faible	51,8	14,4	beau, vapeurs	NE très-faible	14,7	5,5
26	49,2	9,6	cirrus	NNE faible	48,5	14,1	vapeurs	NE faible	46,7	13,8	couvert	NE faible	14,9	7,0
27	45,3	10,0	presque couvert	N très-faible	45,1	15,4	beau,qq.nuages	NE faible	44,3	14,4	nuageux	NO faible	16,0	9,0
28	46,2	9,8	très-nuageux	NO fort	49,6	7,8	nuageux	N fort	51,1	7,7	beau,qq.nuages	N fort	10,0	8,6
29	55,1	2,0	beau	E faible	55,2	7,2	beau	NE assez fort	53,9	7,0	beau,qq.nuages	NE assez fort	8,0	0,0
30	50,7	4,0	pluie	NE faible	50,0	6,1	couvert	NE faible	49,0	6,8	presque couvert	NNE faible	7,8	3,0
31	49,8	6,0	beau	ONO faible	49,0	11,0	nuageux	NO fort	47,8	10,1	couvert	OSO faible	12,1	2,5
Moyenne du mois.	752,72	5,58			752,53	9,26			752,08	8,89			10,55	3,97

Altitude du baromètre : 58,7 mètres.

Quantité de pluie tombée pendant le mois : 27,7 millimètres.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES FAITES A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MONTPELLIER. — FÉVRIER 1865.

JOURS	HUIT HEURES DU MATIN.				MIDI.				QUATRE HEURES DU SOIR.				THERMOMÈTRE.	
du mois.	Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	Maximum.	Minimum.
1	741,6	7,0	brouillard	S faible	741,9	13,6	nuageux	NO très-fort	743,5	10,4	beau	O très-fort	13,6	6,0
2	48,9	8,0	vapeurs	NO faible	48,2	11,8	couvert	O assez fort	46,4	8,6	pluie	SO faible	12,5	6,2
3	43,4	9,8	couvert	ONO faible	44,2	12,1	presque couvert	O faible	44,1	11,0	presque couvert	O très-fort	13,3	6,0
4	46,7	8,0	beau, qq. nuages	O assez fort	48,5	10,8	beau, qq. nuages	O très-fort	48,3	10,5	beau	O assez fort	12,4	6,5
5	48,0	4,7	couvert	N faible	48,0	9,7	couvert	N assez fort	48,5	9,8	couvert	N assez fort	10,0	2,3
6	53,1	8,4	beau	N faible	53,9	11,8	beau	N fort	54,8	11,1	beau	N très-fort	12,0	5,5
7	55,2	3,7	cirrus	N très-faible	55,5	11,0	beau, qq. nuages	N très-faible	56,0	11,3	nuageux	N faible	12,8	2,0
8	57,8	7,0	beau	NO faible	56,4	13,1	nuageux	N fort	55,1	10,1	pluie	NO faible	14,4	4,0
9	53,0	6,3	nuageux	NE fort	53,9	8,0	beau	NE très-fort	54,4	6,0	beau, qq. nuages	NE très-fort	8,5	5,5
10	55,0	0,8	beau, qq. nuages	N violent	53,8	2,7	beau	N violent	55,0	3,7	beau	N très-fort	4,3	— 0,9
11	58,9	— 2,0	beau	N très-fort	58,6	— 1,0	beau	NNO violent	57,6	— 2,4	beau	NNO très-fort	— 0,9	— 3,0
12	56,2	— 4,6	beau	N faible	55,7	0,0	beau	NO assez fort	56,1	0,4	beau	NE faible	0,7	— 7,0
13	57,5	— 6,0	beau	NNO faible	57,8	0,2	nuageux	N fort	56,7	3,4	beau, qq. nuages	NE assez fort	3,8	— 7,8
14	58,1	0,1	beau	NE assez fort	58.5	6,1	beau	NE assez fort	56,9	8,1	beau	NE assez fort	8,4	— 2,0
15	56,8	0,0	nuageux	NNE faible	56,3	6,0	presque couvert	NE faible	54,6	8,1	nuageux	NE faible	8,4	— 2,5
16	52,3	4,7	nuageux	NE assez fort	51,7	8,1	couvert	NE assez fort	49,3	9,7	couvert	S assez fort	9,9	2,5
17	48,4	8,8	beau	NO faible	50,6	11.0	nuageux	ONO fort	53,2	10,0	nuageux	ONO fort	12,0	5,0
18	59,4	7,8	beau, qq. nuages	ONO assez fort	60,5	10,4	beau, qq. nuages	ONO très-fort	60,5	11,4	beau	ONO fort	12,3	3,5
19	60,1	6,2	beau	NO très-faible	58,7	12,6	beau	SO faible	55,9	11,5	beau	SO faible	13,0	3,5
20	58,8	5,1	presque couvert	NO assez fort	58,8	8,4	très-nuageux	NO fort	58,9	7,7	beau	N fort	9,0	8,0
21	64,9	2,4	beau	NNO très-fort	65,8	6,0	beau	NNO très fort	66,0	5,2	beau	NNO violent	6,5	— 0,5
22	62,5	3,1	couvert	NE faible	62,0	7,7	beau, qq. nuages	NE faible	61,4	11,4	beau, qq. nuages	N fort	12,9	1,5
23	64,2	5,4	beau, qq. nuages	NE faible	64,5	12,5	très-nuageux	NO très-fort	63,8	13,3	beau	N très-fort	13,5	2,5
24	63,9	9,4	nuageux	N très-faible	63,0	11,0	voilé	E très-faible	59,1	10,1	couvert	SE faible	12,5	6,0
25	56,6	8,8	très-nuageux	N fort	57,5	9,2	presque couvert	N très-fort	57,8	9,0	nuageux	N fort	10,3	5,2
26	60,9	3,2	beau	NO faible	60,9	10,2	beau	NE faible	59,6	11,4	beau	NE faible	12,0	1,0
27	62,5	3,1	beau	NNO faible	62,4	12,4	beau	NO faible	60,5	14,3	beau	NO assez fort	15,0	— 1,0
28	58,5	9,7	nuageux	ONO faible	57,2	12,7	couvert	ONO assez fort	55,8	13,2	très-nuageux	ONO faible	14,0	5,0
Moyenne du mois.	755,83	4,60			755,89	8,86			755,35	8,87			10,25	2,07

Altitude du baromètre : 58,7 mètres.

Quantité de pluie tombée pendant le mois : 9,5 millimètres.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES FAITES A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MONTPELLIER. — MARS 1865.

JOURS	HUIT HEURES DU MATIN.				MIDI.				QUATRE HEURES DU SOIR.				THERMOMÈTRE.	
du mois.	Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	Maximum.	Minimum.
1	756,0	10,2	nuageux	OSO faible	755,7	13,0	nuageux	NO très-fort	754,9	12,8	beau	NO très-fort	14,0	7,5
2	58,2	9,1	nuageux	SO faible	58,0	13,7	nuageux	NO très-fort	57,0	13,4	presque couvert	NO fort	14,5	6,5
3	62,2	8,7	beau	NO fort	63,2	11,0	beau	N très-fort	63,6	9,7	beau	N fort	11,0	6,9
4	65,5	7,7	beau	N faible	65,3	10,4	beau, qq. cirrus	N assez fort	62,2	10,4	beau	N assez fort	12,0	3,5
5	57,4	3,7	couvert	NNO faible	56,3	9,0	couvert	N très-faible	53,7	8,1	pluie	S faible	11,0	0,5
6	49,6	5,0	couvert	SO très-faible	47,2	8,8	couvert	SO faible	44,8	7,7	couvert	S faible	9,9	3,5
7	46,2	7,3	beau, cirrus	NO faible	46,8	9,4	nuageux	NO fort	47,2	9,2	beau	NO fort	10,1	3,5
8	43,6	3,4	couvert	NO faible	43,2	4,8	couvert	NE assez fort	43,3	7,7	couvert	NNE assez fort	8,0	1,8
9	48,5	6,4	beau, qq. nuages	NNO très-fort	48,9	8,0	beau	NNO très-fort	49,6	8,1	beau	NNO très-fort	8,5	2,5
10	51,7	5,3	nuageux	NNO fort	52,9	7,0	beau	NNO fort	52,8	8,7	beau	NO fort	10,0	1,5
11	49,3	5,4	nuageux	S très-faible	45,4	9,8	beau, qq. nuages	NO très-fort	46,8	8,8	beau, qq. nuages	NO très-fort	10,3	3,2
12	47,9	5,3	nuageux	NO assez fort	48,3	10,0	nuageux	NO fort	49,0	10,4	nuageux	NNO fort	10,9	3,5
13	53,3	6,0	beau	NO faible	53,3	7,8	nuageux	NO fort	51,9	7,7	nuageux	NO très-fort	8,4	2,0
14	47,4	3,0	vapeurs	NO faible	47,1	8,0	beau, vapeurs	NE faible	47,0	9,0	couvert	SE faible	11,4	—1,0
15	49,7	3,0	pluie	NNE fort	50,7	7,1	couvert	NE très-fort	51,5	7,6	couvert	NNO très-fort	8,0	1,2
16	53,2	4,6	couvert	NO faible	53,4	8,1	beau, qq. nuages	N assez fort	52,7	9,4	beau	N fort	10,0	3,0
17	54,5	3,0	vapeurs	NO faible	53,9	9,0	beau, cirrus	NO assez fort	53,4	8,8	beau, qq. nuages	NO fort	9,5	—1,0
18	56,4	3,7	beau	NNO très-faible	56,2	11,0	très-nuageux	NE faible	54,6	11,1	très-nuageux	SE faible	13,4	—1,0
19	47,8	9,0	couvert	ENE faible	46,7	11,7	couvert	ESE assez fort	43,3	10,8	bruine	ESE fort	13,1	7,0
20	44,9	9,1	beau, qq. nuages	O faible	46,0	14,0	nuageux	SO faible	45,7	13,4	nuageux	SO faible	14,5	5,5
21	49,4	7,0	pluie	NNE faible	49,7	8,8	pluie	E assez fort	48,1	8,0	pluie	E assez fort	9,5	4,0
22	45,6	5,2	pluie	NE fort	46,2	8,4	couvert	NE très-fort	45,4	9,1	couvert	NE faible	9,5	4,0
23	48,5	3,3	beau	NNO fort	48,1	5,3	beau, qq. nuages	NNO très-fort	48,0	4,6	beau, qq. nuages	N très-fort	5,8	1,0
24	49,2	4,0	beau, qq. nuages	NNO très-fort	49,7	6,7	beau, qq. nuages	NNO très-fort	50,7	6,4	nuageux	NNO très-fort	8,0	1,0
25	55,1	4,4	beau, qq. nuages	NO faible	55,8	7,7	beau, qq. nuages	N fort	55,7	8,0	nuageux	NNE assez fort	9,5	0,4
26	56,2	5,0	beau	NO faible	53,9	11,0	nuageux	SO faible	51,9	9,4	couvert	S fort	13,4	— 0,5
27	50,6	6,1	couvert	NNO faible	50,8	9,1	nuageux	N assez fort	51,5	8,0	beau, qq. cirrus	N fort	10,0	4,0
28	55,0	2,8	beau	NNO très-fort	55,6	4,7	beau	N très-fort	54,9	4,7	beau	NNO très-fort	5,5	0,1
29	55,1	2,8	beau	NNO très-fort	55,4	5,7	beau	NNO très-fort	54,9	5,7	beau	NNO très-fort	6,3	—1,5
30	54,3	3,0	beau	NO faible	54,7	9,4	nuageux	NNE fort	55,9	6,0	presque couvert	NNO très-fort	10,0	— 3,2
31	60,5	4,4	voilé	NO assez fort	60,4	8,4	voilé	N fort	59,8	8,0	couvert	NO assez fort	9,7	0,0
Moyenne du mois.	752,35	5,38			752,22	8,93			751,67	8,73			10,18	2,24

Altitude du baromètre : 58,7 mètres.

Quantité de pluie tombée pendant le mois : 68 millimètres.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES FAITES A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MONTPELLIER. — AVRIL 1865.

JOURS du mois.	HUIT HEURES DU MATIN.				MIDI.				QUATRE HEURES DU SOIR.				THERMOMÈTRE.	
	Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	Maximum.	Minimum.
1	760,8	5,0	nuageux	NE faible	760,2	12,4	vapeurs	NE assez fort	758,9	13,6	beau, vapeurs	NE assez fort	14,4	2,0
2	58,0	9,4	beau, qq. vap.	N très-faible	58,0	15,7	beau, qq. nuages	S faible	56,3	14,4	nuageux	S faible	17,0	3,5
3	54,5	8,1	pluie	NE faible	54,2	13,1	couvert	E faible	53,2	12,2	pluie	E assez fort	15,0	6,0
4	57,2	9,0	pluie	NE fort	59,8	10,0	pluie	NE fort	61,4	10,3	pluie	NE fort	11,3	7,0
5	67,1	12,0	beau	N très-faible	66,9	17,7	beau	N faible	65,7	19,3	beau, qq. nuages	N très-faible	20,4	7,3
6	65,7	14,5	beau, qq. cirrus	NE très-faible	65,3	20,6	beau	NE faible	63,5	19,4	beau	S faible	21,2	11,0
7	61,4	18,0	beau	S faible	61,3	20,0	beau	E faible	60,1	20,3	beau	S faible	21,9	9,5
8	60,1	17,0	beau, qq. cirrus	E faible	59,9	20,7	nuageux	S faible	59,8	17,8	beau, qq. cirrus	S faible	22,5	9,0
9	63,7	16,7	beau, qq. cirrus	NE faible	64,3	19,4	très-nuageux	S assez fort	64,2	18,8	nuageux	SE faible	20,7	11,0
10	65,9	14,0	beau	N très-faible	65,6	20,0	beau	SO faible	64,9	18,0	beau	SO très-faible	20,5	8,0
11	64,4	12,0	brouillard	SO très-faible	63,7	18,0	beau	S faible	62,6	17,0	nuageux	S très-faible	19,0	7,0
12	62,0	12,4	couvert	NE faible	62,1	17,7	couvert	S faible	61,6	16,8	nuageux	SE très-faible	19,0	9,0
13	62,2	14,4	nuageux	NE faible	62,0	18,0	beau, qq. nuages	E faible	61,1	16,8	nuageux	S faible	19,0	9,5
14	61,2	11,0	pluie	NE faible	60,6	13,0	couvert	NE faible	60,1	13,3	bruine	NE faible	14,5	10,5
15	59,9	11,8	couvert	NE faible	59,9	16,7	couvert	E faible	59,8	14,8	couvert	E assez fort	17,5	11,0
16	60,6	15,1	nuageux	NE faible	60,3	20,7	beau	E faible	59,5	17,7	couvert	S faible	21,8	12,0
17	57,9	15,4	très-nuageux	E très-faible	57,2	20,0	cirrus	E faible	56,1	16,7	couvert	SSO faible	21,4	11,8
18	54,5	14,0	couvert	SE très-faible	55,3	15,6	couvert	SE faible	55,6	15,8	couvert	SE faible	18,0	12,0
19	57,9	14,0	pluie	ESE assez fort	59,7	15,7	couvert	S assez fort	59,9	16,4	presque couvert	S faible	17,7	12,0
20	60,8	16,4	nuageux	E faible	59,7	20,6	beau, qq. nuages	E faible	58,1	20,7	nuageux	S faible	22,5	12,5
21	57,9	17,4	couvert	NE faible	58,0	20,0	très-nuageux	NE faible	57,6	19,0	nuageux	SSE faible	22,8	12,1
22	59,3	17,8	nuageux	E faible	59,3	19,4	très-nuageux	SE très-fort	59,5	18,0	beau, qq. nuages	SE très-fort	20,0	12,5
23	63,0	14,0	couvert	NE faible	63,4	15,0	couvert	S faible	63,4	16,8	couvert	S très-faible	17,5	10,5
24	63,9	15,4	beau	SE très-faible	62,5	20,7	beau	S faible	61,5	19,8	beau	S faible	21,5	6,5
25	61,6	16,4	beau	SO très-faible	61,4	21,3	beau	SO faible	60,4	20,7	beau	SO faible	22,4	8,5
26	62,2	17,1	beau, qq. cirrus	SO très-faible	62,0	19,8	beau	S très-faible	61,2	18,8	beau	S faible	20,5	8,0
27	61,6	16,5	beau, vapeurs	OSO très-faible	61,4	19,9	beau	S faible	60,2	18,8	beau	S faible	21,0	8,5
28	59,4	15,7	très-nuageux	NE assez fort	58,6	19,8	nuageux	S faible	56,8	19,8	beau, cirrus	S assez fort	21,0	9,5
29	54,2	17,9	nuageux	NE faible	53,5	20 8	très-nuageux	SE faible	52,0	18,0	couvert	S faible	22,9	11,0
30	51,7	16,4	couvert	NO assez fort	52,1	16,9	couvert	NO assez fort	52,4	16,4	couvert	NO assez fort	18,5	13,5
Moyenne du mois.	760,35	14,16			760,27	17,97			759,58	17,27			19,45	9,41

Altitude du baromètre : 58,7 mètres.

Quantité de pluie tombée pendant le mois : 54 millimètres.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES FAITES A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MONTPELLIER. — MAI 1865.

JOURS	HUIT HEURES DU MATIN.				MIDI.				QUATRE HEURES DU SOIR.				THERMOMÈTRE.	
du mois.	Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	Maximum.	Minimum.
1	755,2	19,4	beau, cirrus	N faible	755,3	21,8	très-nuageux	N fort	756,2	20,9	nimbus	O fort	24,0	12,9
2	61,4	18,4	beau	N assez fort	61,4	22,1	beau	N faible	60,9	22,6	beau	S faible	24,0	11,5
3	62,3	16,4	couvert	NE faible	62,3	21,0	nuageux	SE assez fort	61,0	19,7	beau, qq. nuages	S faible	22,5	12,0
4	61,9	16,7	très-nuageux	E faible	61,5	20,0	très-nuageux	SE assez fort	60,5	19,8	beau, qq. vap.	SE faible	21,4	12,2
5	59,9	17,4	très-nuageux	NE assez fort	59,9	19,3	très-nuageux	S assez fort	59,9	18,5	couvert	SE faible	20,3	12,0
6	60,9	16,7	couvert	S faible	60,7	18,4	couvert	SE assez fort	59,9	19,7	couvert	SE faible	21,0	15,9
7	58,1	15,8	couvert	N assez fort	59,1	21,3	couvert	S faible	58,5	19,1	couvert	S faible	23,0	14,0
8	55,0	20,8	très-nuageux	E faible	54,2	22,6	voilé	S assez fort	53,1	20,3	couvert	S faible	24,4	14,0
9	52,1	20,0	beau	S assez fort	51,8	20,3	très-nuageux	SE assez fort	50,2	19,8	nuageux	S assez fort	21,5	13,9
10	48,2	18,6	nuageux	SE assez fort	48,2	20,8	nuageux	SE fort	49,1	19,7	beau, qq. nuages	SSE faible	22,5	13,0
11	54,9	15,1	très-nuageux	ONO assez fort	56,0	19,4	nuageux	ONO assez fort	56,2	20,1	beau, qq. nuages	O assez fort	21,0	11,5
12	59,0	14,0	très-nuageux	NE faible	58,9	20,2	très-nuageux	SE faible	57,5	18,9	pluie	S faible	22,4	9,5
13	58,8	16,8	beau	N faible	59,1	20,5	beau	S assez fort	58,7	19,4	beau, cirrus	S faible	21,0	8,5
14	58,3	18,5	nuageux	NE faible	57,5	21,7	très-nuageux	S faible	56,0	21,0	presque couvert	S faible	24,2	13,5
15	54,8	21,6	beau	N très-faible	53,9	24,6	beau, cirrus	S faible	52,7	21,6	couvert	S faible	25,3	13,9
16	55,0	18,0	nuageux	NE faible	54,9	24,0	nuageux	SO assez fort	54,3	24,8	beau	O assez fort	25,4	14,5
17	57,7	21,0	nuageux	N assez fort	56,6	24,3	voilé	N assez fort	55,6	24,7	couvert	NE faible	26,0	13,0
18	54,5	15,2	pluie	N assez fort	54,8	14,5	pluie	NNO assez fort	54,8	14,8	couvert	NNO assez fort	15,4	13,5
19	59,4	18,9	cirrus	NNO faible	59,4	22,6	très-nuageux	NNO assez fort	59,2	21,9	beau, cirrus	N fort	23,4	13,9
20	60,2	16,4	couvert	NNO très-faible	59,9	20,3	couvert	N très-faible	59,2	22,3	très-nuageux	S faible	23,5	14,9
21	60,1	18,9	très-nuageux	NE faible	60,1	22,8	très-nuageux	S faible	59,7	21,9	beau, qq. nuages	S faible	24,0	14,0
22	61,0	20,7	nuageux	NE faible	60,9	23,3	nuageux	S faible	59,7	22,3	nuageux	S faible	25,0	16,0
23	60,5	18,4	couvert	NE faible	60,4	19,8	couvert	SE assez fort	59,5	19,1	couvert	SSO assez fort	21,1	16,0
24	62,0	17,2	couvert	N très-faible	61,8	21,5	nuageux	NE très-faible	61,2	22,3	beau, qq. nuages	S faible	24,8	14,5
25	60,9	20,0	beau	NE très-faible	59,5	26,1	beau	S faible	58,4	24,3	beau	S faible	26,5	12,6
26	57,3	20,7	beau	N faible	56,5	25,3	beau	NE faible	55,5	25,7	beau	S faible	28,0	14,0
27	56,2	23,3	beau	SO faible	56,1	28,5	beau	S faible	55,5	27,5	beau	S faible	29,4	15,5
28	59,6	21,5	beau, vapeurs	NE faible	59,6	26,3	beau	SSO faible	59,3	27,8	beau, qq. cirrus	SSO faible	28,4	15,3
29	61,0	19,8	nuageux	N faible	60,7	26,2	beau	E faible	60,2	25,5	beau	SO faible	27,4	15,0
30	60,0	22,7	nuageux	NE faible	59,9	26,0	beau	SE faible	58,5	25,0	beau	SE faible	27,7	15,5
31	56,6	22,3	beau, qq. nuages	NE faible	55,9	25,8	beau, qq. nuages	S faible	54,6	25,2	beau, qq. nuages	SE assez fort	26,5	17,0
Moyenne du mois.	758,15	18,75			757,96	22,30			757,28	21,81			23,90	13,66

Altitude du baromètre : 58,7 mètres.

Quantité de pluie tombée pendant le mois : 61,38 millimètres.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES FAITES A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MONTPELLIER. — JUIN 1865.

JOURS	HUIT HEURES DU MATIN.				MIDI.				QUATRE HEURES DU SOIR.				THERMOMÈTRE.	
du mois.	Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	Maximum.	Minimum.
1	753,3	22,8	presque couvert	SE faible	753,5	25,8	très-nuageux	S faible	752,9	24,6	couvert	S faible	27,5	18,0
2	55,7	21,6	presque couvert	NO très-faible	56,3	27,3	nuageux	S faible	57,2	25,7	nuageux	S faible	28,5	17,5
3	61,5	23,3	beau	NO très-faible	61,3	26,3	beau, qq. nuages	NO faible	59,6	26,9	beau, vapeurs	NO assez fort	27,8	17,5
4	60,7	24,3	beau, qq. nuages	N assez fort	59,8	26,7	nuageux	NO fort	58,9	26,3	nuageux	NNO très-fort	27,6	17,0
5	59,7	24,0	beau, qq. nuages	NO faible	59,5	26,7	beau	NO fort	58,7	28,7	beau, qq. nuages	N fort	29,3	16 5
6	59,7	24,3	beau	N fort	59,6	27,3	beau	N fort	58,4	29,1	beau	NE assez fort	29,7	18,5
7	59,7	24,1	beau, cirrus	NO faible	59,4	28,0	beau	NNO faible	58,5	30,3	beau, qq. nuages	NNE assez fort	31,0	17,8
8	62,0	26,0	beau	N faible	61,9	29,0	beau	NE assez fort	61,0	28,7	beau	S faible	31,3	18,5
9	62,0	25,8	beau	NE faible	61,8	30,0	beau	NE faible	60,5	30,6	beau	SO faible	33,3	19,0
10	61,2	27,1	beau	NE faible	59,7	31,6	beau	S faible	58,7	30,6	beau	S faible	33,3	18,5
11	56,6	26,8	beau	N faible	55,6	32,9	beau	SE faible	54,0	30,7	beau	NE assez fort	33,5	18,5
12	57,6	21,8	beau	N fort	56,8	26,8	beau	N fort	56,0	27,6	beau	NNE fort	28,7	18,0
13	59,9	19,5	beau	NNE fort	60,1	24,3	beau	NNE très-fort	59,0	26,3	beau	NE fort	27,0	14,5
14	60,9	22,1	beau	N fort	60,0	25,6	beau	NE assez fort	58,3	26,8	beau	SO assez fort	28,1	15,2
15	59,2	24,7	beau	NNE assez fort	59,0	28,3	beau	NNE assez fort	57,7	28,9	beau	S faible	30,6	17,0
16	58,1	23,6	beau	N faible	57,7	27,7	beau	NE assez fort	56,6	28,3	beau, qq. nuages	SO assez fort	30,5	16,0
17	59,7	22,1	beau, vapeurs	NE faible	59,1	27,6	beau, qq. vap.	S faible	57,5	26,0	beau	S faible	28,6	17,5
18	56,0	21,8	beau	NNO faible	54,8	30,2	beau	OSO assez fort	51,4	28,3	beau	S faible	31,0	16,3
19	55,8	22,0	beau	NNE assez fort	57,3	31,3	nuageux	E faible	57,2	26,5	beau, qq. nuages	S assez fort	32,3	17,0
20	61,1	22,6	beau	NE faible	60,7	28,6	beau	S faible	60,1	26,7	beau	SO assez fort	29,5	14,5
21	61,6	24,3	beau	OSO faible	61,9	26,9	beau	S faible	60,9	25,9	beau	S faible	27,3	15,5
22	60,6	25,5	beau	OSO faible	60,1	28,7	beau	S assez fort	58,5	27,8	nimbus	SO assez fort	29,6	17,0
23	58,7	25,1	beau	NNO faible	57,9	30,6	beau	S faible	56,1	30,1	beau	S faible	32,0	17,0
24	58,3	27,6	beau, cirrus	NO assez fort	57,6	30,5	beau, cirrus	NO assez fort	56,3	30,7	nuageux	SO faible	33,5	18,3
25	58,8	26,3	nuageux	NO assez fort	58,0	27,4	très-nuageux	NNO assez fort	56,8	28,8	nuageux	NNO fort	31,0	20,0
26	60,0	24,6	beau, cirrus	NE faible	58,9	28,7	beau	NNO faible	57,7	29,7	beau	S faible	32,0	17,5
27	58,2	25,8	beau	N faible	57,5	30,0	beau	N faible	55,6	29,7	beau	S faible	32,7	17,9
28	56,1	25,3	beau	NE faible	54,7	31,2	beau	S assez fort	53,6	28,7	beau	SO assez fort	32,4	18,9
29	52,2	20,8	couvert	N faible	50,4	23,3	couvert	E faible	49,7	23,8	couvert	SE faible	27,5	19,5
30	49,1	18,7	beau, qq. nuages	NO fort	50,3	22,7	beau, qq. nuages	O fort	50,5	24,6	beau, qq. nuages	O assez fort	24,8	15,0
Moyenne du mois.	758,47	23,81			758,04	28,07			756,93	27,91			30,06	17,33

Altitude du baromètre : 58,7 mètres.

Quantité de pluie tombée pendant le mois : 1 millimètre.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES FAITES A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MONTPELLIER. — JUILLET 1865.

JOURS	HUIT HEURES DU MATIN.				MIDI.				QUATRE HEURES DU SOIR.				THERMOMÈTRE.	
du mois.	Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	Maximum.	Minimum.
1	753,1	19,2	nuageux	NNO assez fort	754,0	23,8	nuageux	NO assez fort	754,9	22,0	presque couvert	O assez fort	24,6	14,0
2	60,0	20,8	beau, qq. nuages	N assez fort	59,6	25,3	beau	NE faible	58,2	26,8	beau	S faible	28,0	15,5
3	58,1	22,4	beau, qq. cirrus	NE assez fort	58,3	28,7	beau	S assez fort	58,9	23,8	couvert	SO faible	29,0	17,0
4	58,1	25,3	beau	N très-faible	58,1	31,8	beau	S faible	57,7	31,0	beau	SSO assez fort	32,7	18,0
5	59,4	29,0	beau	N assez fort	59,2	32,2	beau	NE assez fort	58,3	32,5	beau	S faible	34,4	20,5
6	58,4	27,5	beau	NE faible	58,4	27,7	beau	S faible	57,8	27,0	beau	S faible	29,5	19,2
7	58,1	23,8	nuageux	E faible	58,6	28,8	beau	E faible	58,3	27,8	beau	S faible	29,5	18,5
8	59,5	25,7	beau	NE faible	59,5	29,7	beau, qq. nuages	S faible	59,4	28,7	beau	S faible	30,7	19,0
9	58,5	26,6	beau, qq. cirrus	NE faible	57,6	30,8	nuageux	S faible	56,1	30,8	voilé	S faible	31,5	19,5
10	57,8	22,3	beau	NO assez fort	57,8	24,8	beau	NNO fort	57,2	25,7	beau	NNO assez fort	26,5	18,0
11	57,4	23,8	beau	ONO faible	57,0	28,0	très-nuageux	O faible	56,1	28,0	beau, qq. nuages	SO faible	29,7	16,0
12	58,7	20,7	très-nuageux	O faible	58,6	25,6	très-nuageux	O assez fort	58,0	26,2	beau, cirrus	ONO fort	27,0	19,0
13	61,0	22,8	beau	NO assez fort	60,5	25,5	beau	N assez fort	59,1	27,8	beau	NE faible	28,5	15,0
14	60,9	22,8	nuageux	NE faible	60,7	27,8	nuageux	S faible	60,0	26,5	beau, cirrus	S faible	29,5	15,3
15	59,7	22,9	cirrus	NE faible	59,7	27,8	beau, qq. nuages	S faible	59,3	26,8	beau	SO faible	29,3	18,9
16	59,7	25,5	beau, qq. vap.	S faible	59,5	30.5	beau	S faible	58,5	30,2	beau	S faible	32,0	19,0
17	58,2	27,6	beau	NE faible	58,0	30,9	beau	SO faible	57,2	28,8	beau	SO faible	31,8	18,2
18	56,3	28,6	beau	NO faible	55,4	33,2	beau	N faible	53,9	32,7	beau	SO faible	34,7	22,5
19	53,7	27,0	beau	NE faible	53,1	28,8	beau, qq. nuages	S faible	52,7	28,2	très-nuageux	S faible	30,5	20,8
20	53,0	26,3	très-nuageux	E assez fort	52,6	28,8	nuageux	SE assez fort	51,8	27,6	presque couvert	S faible	31,0	21,0
21	51,5	24,6	nuageux	SSO assez fort	52,2	25,8	beau, qq. nuages	SO fort	54,7	27,7	beau, qq. nuages	NO fort	28,0	19,5
22	57,9	22,7	nuageux	NO assez fort	57,3	27,2	beau, qq. nuages	SO assez fort	56,6	26,4	nuageux	SO faible	30,3	16,5
23	58,5	26,0	nuageux	NO faible	58,7	26,4	voilé	ONO assez fort	58,1	27,4	très-nuageux	NO assez fort	28,5	19,0
24	58,9	24,6	beau, cirrus	ONO faible	58,8	27,9	très-nuageux	ONO faible	58,1	27,3	très-nuageux	NE faible	30,7	18,9
25	59,5	25,0	beau	NO assez fort	59,7	28,0	très-nuageux	NE assez fort	59,0	28,2	nuageux	NE assez fort	29,5	19,9
26	59,9	24,5	nuageux	NNO assez fort	60,0	26.0	presque couvert	NNE fort	59,6	24,6	couvert	NO assez fort	27,0	19,4
27	58,0	27,2	nuageux	NO faible	57,6	29,7	très-nuageux	NE assez fort	56,6	30,6	nuageux	NNO assez fort	32,3	21,8
28	57,2	28,1	nuageux	NNE assez fort	57,2	30,1	nuageux	NNO assez fort	57,1	30,2	nuageux	NO assez fort	31,5	25,0
29	58,4	27,6	beau	NO faible	57,9	30,6	beau, qq. nuages	NE assez fort	57,8	30,8	nuageux	NO faible	33,7	21,5
30	59,2	27,8	beau	N faible	59,2	31,3	beau, qq. vap.	SSO assez fort	58,2	29,8	beau	SSO assez fort	32,6	20,5
31	55,8	25,8	nuageux	NNE faible	54,8	28,8	vaporeux	S assez fort	52,5	27,2	beau, qq. nuages	SE faible	31,0	20,3
Moyenne du mois.	757,88	24,97			757,73	28,46			757,15	28,04			30,18	18,94

Altitude du baromètre : 58,7 mètres.

Quantité de pluie tombée pendant le mois : 29 millimètres.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES FAITES A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MONTPELLIER. — AOUT 1865.

JOURS	HUIT HEURES DU MATIN.				MIDI.				QUATRE HEURES DU SOIR.				THERMOMÈTRE.	
du mois.	Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	Maximum.	Minimum.
1	753,9	24,3	beau	ONO assez fort	754,2	27,1	beau	NO fort	754,1	27,9	beau, qq. nuages	NO assez fort	29,0	20,5
2	55,5	23,4	très-nuageux	NO faible	55,8	18,8	couvert	NO faible	55,7	20,2	couvert	NE faible	23,5	20,0
3	57,0	19,9	beau	NO assez fort	56,9	23,0	beau, qq. nuages	NO fort	56,3	23,3	beau, qq. nuages	NO assez fort	25,0	16,0
4	59,2	19,7	nuageux	NO assez fort	59,0	22,8	nuageux	NO fort	58,8	22,5	très-nuageux	ONO fort	24,4	15,3
5	60,8	20,7	beau	NE faible	60,3	23,6	beau	N faible	58,3	25,3	beau	S faible	26,5	14,8
6	59,4	21,6	beau	NO faible	58,2	26,1	beau	SO faible	57,0	25,9	beau	S faible	27,5	14,0
7	58,8	22,9	beau	N faible	57,9	27,3	beau	NO assez fort	56,8	24,8	beau	NO assez fort	27,9	14,5
8	57,4	23,7	beau	NO faible	56,3	26,7	beau	NO faible	55,0	28,6	beau	NE faible	30,3	19,0
9	54,2	23,3	beau	NE faible	53,2	27,3	beau	NE faible	53,2	25,1	nuageux	SSO faible	28,6	16,9
10	54,6	19,8	presque couvert	NE assez fort	55,8	21,8	couvert	E faible	55,2	24,5	très-nuageux	SE faible	25,2	16,0
11	53,6	21,6	couvert	SE fort	53,8	22,6	couvert	SE très-fort	52,8	23,8	presque couvert	SE très-fort	25,0	19,5
12	56,9	23,0	beau	NE faible	56,9	26,0	beau	NE faible	56,9	24,6	beau	SSO faible	27,5	16,0
13	57,4	22,6	presque couvert	NE assez fort	57,3	26,9	très-nuageux	S faible	57,0	26,0	très-nuageux	S faible	30,3	16,5
14	56,9	19,8	nuageux	NE fort	56,4	25,7	nuageux	NO fort	56,3	25,9	beau	NO fort	26,5	17,0
15	58,6	23,4	beau	ONO faible	57,6	27,6	beau	O faible	56,2	26,6	nuageux	O assez fort	28,6	18,0
16	56,7	23,5	très-nuageux	ONO assez fort	57,4	26,6	très-nuageux	OSO assez fort	56,4	26,5	nuageux	O très-fort	27,5	19,5
17	59,6	22,3	beau	ONO assez fort	60,1	24,8	beau, qq. nuages	ONO fort	58,8	25,3	beau	NO assez fort	26,2	18,9
18	60,0	22,0	beau	NO faible	59,6	25,8	beau	ONO faible	57,6	27,0	beau	ONO assez fort	27,6	17,5
19	55,3	24,6	nuageux	ONO fort	55,6	27,8	beau, qq. nuages	N très-fort	54,7	29,6	beau, qq. nuages	NNE faible	30,7	20,7
20	55,2	26,3	beau	NO faible	54,9	28,7	beau	S assez fort	54,1	26,8	nuageux	S faible	30,0	18,0
21	55,1	20,8	couvert	N faible	55,1	26,7	nuageux	NE faible	53,6	26,7	nuageux	S faible	29,5	19,5
22	51,6	22,0	couvert	NE assez fort	51,7	24,7	couvert	NE faible	50,2	25,7	nuageux	SE faible	29,0	20,2
23	50,3	23,3	couvert	NNE faible	50,9	28,3	beau, qq. nuages	S faible	51,3	26,7	beau, qq. nuages	NO faible	29,8	21,0
24	54,0	23,2	nuageux	N faible	53,4	27,9	très-nuageux	NE faible	53,1	28,7	très-nuageux	E très-faible	30,1	20,5
25	54,7	22,7	couvert	NE faible	54,8	27,6	nuageux	E faible	55,9	26,3	nuageux	SE faible	29,0	19,0
26	57,8	26,0	beau, qq. nuages	NE faible	58,3	31,8	beau, qq. nuages	NE faible	58,3	35,1	beau	NNE faible	35,5	24,3
27	61,1	27,8	beau, qq. nuages	NE faible	61,2	33,2	beau, qq. vap.	N faible	60,8	31,0	beau	S faible	34,5	24,0
28	60,6	27,0	beau	NO faible	59,5	31,7	beau	SE faible	57,8	28,7	beau	S faible	33,0	21,0
29	56,9	23,6	couvert	N faible	57,4	24,7	couvert	N faible	56,8	22,8	couvert	NO assez fort	26,7	21,5
30	59,2	20,8	nuageux	NO assez fort	59,8	22,2	beau, qq. nuages	ONO fort	59,9	20,1	nuageux	ONO fort	23,5	17,5
31	60,2	19,4	nuageux	NO faible	59,3	23,7	nuageux	N fort	59,1	24,3	beau, qq. nuages	N fort	25,5	15,0
Moyenne du mois.	756,85	22,74			756,73	26,11			756,06	26,01			28,19	18,45

Altitude du baromètre : 58,7 mètres.

Quantité de pluie tombée pendant le mois : 56,5 millimètres.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES FAITES A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MONTPELLIER. — SEPTEMBRE 1865.

JOURS	HUIT HEURES DU MATIN.				MIDI.				QUATRE HEURES DU SOIR.				THERMOMÈTRE.	
du mois.	Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	Maximum.	Minimum.
1	761,0	21,8	beau	N faible	760,2	26,8	beau, qq. nuages	N fort	760,2	26,9	beau, qq. nuages	NNE assez fort	28,5	14,8
2	60,8	24,6	beau	NNO faible	60,9	29,6	beau	N assez fort	59,9	30,1	beau	NNE assez fort	31,4	16,6
3	61,9	23,8	beau	NE assez fort	61,8	26,7	beau	S assez fort	61,8	25,6	beau	SE faible	27,6	19,5
4	62,4	23,2	beau, qq. nuages	NE assez fort	62,8	24,7	presque couvert	SE faible	62,2	25,4	nuageux	S faible	27,5	19,0
5	63,8	20,6	presque couvert	E faible	63,1	27,0	beau, qq. nuages	SE faible	61,9	25,4	beau, qq. nuages	S faible	28,3	18,5
6	62,2	21,3	beau, qq. nuages	O faible	61,7	27,6	nuageux	S faible	61,4	26,6	beau, qq. nuages	S faible	29,3	16,3
7	60,7	22,5	beau, qq. nuages	N faible	60,6	26,6	nimbus	SE faible	60,8	23,8	nuageux	NE faible	27,5	17,0
8	61,8	21,6	nuageux	NE faible	61,7	26,6	nuageux	S faible	61,0	26,7	beau	S faible	28,6	19,5
9	62,9	22,7	nuageux	NE faible	62,5	24,8	nuageux	S faible	61,8	27,7	beau	S faible	29,4	20,0
10	63,1	25,7	beau	NNO faible	62,7	32,2	beau	NE faible	61,9	31,9	beau	SE faible	34,3	20,5
11	63,7	28,8	beau	NE assez fort	63,5	31,8	beau	NE fort	62,0	32,4	beau	NE faible	33,4	21,0
12	61,6	28,5	beau	NNE fort	60,5	31,9	beau	N fort	58,4	32,6	beau	NE fort	33,7	20,5
13	61,0	23,8	beau	NE faible	61,2	28,8	beau	S faible	61,3	26,8	beau	S faible	30,0	20,5
14	64,0	24,2	beau	NE faible	63,9	26,9	beau	S faible	63,4	25,4	beau	S faible	27,4	18,0
15	62,8	20,3	beau	N faible	62,4	27,5	beau	S faible	61,4	25,1	beau	S faible	28,2	18,5
16	60,9	21,9	beau	NO faible	60,4	28,3	beau	S faible	59,6	27,2	beau	S faible	29,0	16,0
17	61,5	24,8	beau	NE faible	61,4	28,8	beau	NE faible	60,4	26,7	beau	S faible	30,6	17,0
18	62,1	22,8	beau, qq. vap.	NE faible	62,0	29,3	beau	E faible	61,6	27,9	beau	SE faible	30,4	16,5
19	63,2	21,9	beau, vapeurs	E faible	62,7	27,8	beau	E faible	61,6	25,9	beau	SSO faible	29,4	15,5
20	63,3	18,7	beau, brouillard	NE faible	63,2	25,8	beau	S faible	61,3	25,1	beau	S faible	27,0	15,0
21	60,1	20,3	beau	N faible	60,0	27,5	beau	S faible	58,7	26,9	beau	O faible	28,5	15,0
22	60,2	21,6	presque couvert	NE faible	59,7	25,8	nuageux	E faible	59,5	24,8	beau, qq. nuages	S faible	27,5	17,0
23	61,8	21,7	beau	NE faible	61,7	26,7	beau, qq. nuages	S faible	61,8	25,0	beau	S faible	27,0	17,0
24	64,1	21,0	nuageux	NE faible	64,0	26,0	beau, qq. nuages	S faible	63,6	24,8	beau, qq. nuages	SE faible	27,0	17,5
25	65,1	21,0	beau	N faible	64,3	26,1	beau	S faible	63,5	24,9	beau	SSO faible	26,6	16,5
26	64,7	20,9	beau	NE faible	64,4	25,3	beau	SE faible	62,8	24,1	beau	S faible	26,0	16,0
27	63,9	18,7	pluie	SE faible	63,4	23,1	nuageux	S faible	61,8	22,8	beau, qq. nuages	S faible	24,4	15,9
28	62,9	16,4	nuageux	N faible	62,4	23,3	beau, qq. nuages	SO faible	61,3	22,3	beau	SO faible	24,0	13,0
29	61,1	17,0	beau	N faible	60,2	23,8	beau	S faible	59,0	22,7	beau	SO faible	25,0	12,0
30	59,1	17,0	nuageux	NE faible	58,5	24,1	nuageux	SE faible	57,3	21,9	nuageux	SE faible	25,3	11,9
Moyenne du mois.	762,26	21,95			761,93	27,02			761,11	26,18			28,43	16,90

Altitude du baromètre : 58,7 mètres.

Quantité de pluie tombée pendant le mois : 4 millimètres.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES FAITES A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MONTPELLIER. — OCTOBRE 1865.

JOURS du mois.	HUIT HEURES DU MATIN. Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	MIDI. Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	QUATRE HEURES DU SOIR. Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	THERMOMÈTRE. Maximum.	Minimum.
1	756,3	17,4	nuageux	NE faible	755,5	21,9	nimbus	SE assez fort	753,8	21,1	nimbus	SE assez fort	23,0	13,8
2	54,5	15,4	pluie	N assez fort	55,8	17,7	couvert	NE assez fort	55,8	14,7	orage	N faible	18,1	14,0
3	58,6	17,8	très-nuageux	N faible	58,5	21,2	beau,qq.nuages	N faible	57,7	20,9	beau	SO faible	22,6	14,0
4	59,4	16,7	beau	N faible	59,5	22,0	beau	N très-faible	58,2	20,8	beau	SO très-faible	22,6	12,5
5	56,4	16,7	nuageux	SSO faible	55,8	21,8	nuageux	S assez fort	55,0	20,2	presque couvert	SE faible	22,5	13,0
6	54,9	12,4	pluie	NE faible	55,3	15,4	couvert	NE assez fort	55,4	15,6	pluie	NE faible	16,0	11,5
7	55,7	14,8	couvert	NE assez fort	55,4	16,8	pluie	SE faible	54,2	17,7	pluie	SE faible	18,1	13,9
8	50,4	17,9	couvert	E fort	49,0	15.9	couvert	NE assez fort	47,8	15,9	couvert	NE faible	18,0	16,5
9	43,7	19,8	presque couvert	SE assez fort	43,4	22,6	très-nuageux	SSO faible	44,0	20,2	très-nuageux	O assez fort	23,7	15,5
10	47,6	13,7	nuageux	NNO très-faible	47,7	19,6	nuageux	NNE faible	47,2	20,2	très-nuageux	NE très-faible	21,3	11,5
11	52,0	17,4	beau,qq.nuages	ONO très-faible	52,7	20,0	beau,qq.nuages	ONO assez fort	52,6	19,8	beau	NO assez fort	20,7	12,5
12	55,1	16,2	beau	NO assez fort	54,5	19,7	beau	NO assez fort	53,1	19,4	beau	O faible	20,0	11,5
13	48,5	13,2	nuageux	NE assez fort	48,7	14,9	très-nuageux	NNO fort	49,4	15,1	très-nuageux	NO faible	17,6	11,3
14	53,7	14,7	beau,qq.nuages	ONO assez fort	54,0	16,8	beau,qq.nuages	NO fort	54,7	16,6	beau	NO fort	17,4	10,0
15	57,3	14,4	beau	NO faible	57,2	18,9	beau,qq.nuages	N faible	56,1	16,8	couvert	NO faible	20,3	10,5
16	57,1	14,4	beau	NO faible	57,1	18,0	beau	N assez fort	56,3	17,9	beau	NE faible	18,4	9,3
17	53,7	10,2	couvert	NE faible	51,7	17,5	beau,qq. nuages	NE très-faible	49,8	17,4	très-nuageux	SSE faible	18,5	8,0
18	41,7	17,3	couvert	S faible	39,0	20,0	couvert	S fort	37,6	18,7	couvert	S fort	20,5	12,0
19	44,1	11,9	beau, vapeurs	O faible	46,3	15,8	presque couvert	ONO fort	47,5	15,2	beau,qq.nuages	ONO fort	16,8	8,6
20	50,9	11,0	couvert	NNE faible	51,0	15,8	presque couvert	NNO faible	50,8	17,6	beau,qq.nuages	NNO très-faible	18,0	8,5
21	56,2	12,5	couvert	NO très-faible	56,0	15,9	presque couvert	NE faible	54,7	16,8	couvert	NE faible	17,4	10,0
22	50,6	19,0	couvert	SE faible	48,6	20,8	couvert	S fort	47,1	19,5	couvert	SSE fort	21,3	14,0
23	50,5	15,3	très-nuageux	NNE très-faible	51,0	19,8	beau	NO assez fort	51,8	18,4	beau	ONO fort	20,4	13,0
24	57,6	13,4	beau	O assez fort	57,8	17,9	beau, qq. nuages	NO fort	57,8	18,4	beau,qq.nuages	NO faible	18,5	10,5
25	57,8	16,0	nuageux	SO faible	57,2	20,8	nuageux	ONO fort	56,8	19,8	beau	ONO très-fort	21,1	13,0
26	59,5	13,8	beau,qq. cirrus	N très-faible	58,3	18,2	vapeurs	SSO faible	57,3	17,1	nuageux	SSO faible	19,0	11,9
27	49,6	15,1	couvert	N faible	48,8	17,7	couvert	ONO fort	48,8	15,7	très-nuageux	ONO fort	18,5	13,0
28	48,3	15,3	nuageux	O fort	48,9	16,8	beau,qq.nuages	NO très-fort	51,1	14,9	nuageux	NO très-fort	18,0	9,5
29	55,9	10,7	beau	NNO faible	55,6	14,8	beau,qq.nuages	N faible	55,1	14,8	beau, qq. nuages	S faible	15,5	7,0
30	54,6	11,8	couvert	NE faible	52,9	14,5	couvert	ESE assez fort	51,9	14,9	pluie	ESE assez fort	16,3	8,9
31	53,0	12,0	presque couvert	NNE faible	52,6	16,4	beau,qq. nuages	NO assez fort	52,9	15,1	beau	NO faible	16,5	9,5
Moyenne du mois.	753,07	14,78			752,77	18,25			752,33	17,65			19,25	11,57

Altitude du baromètre : 58,7 mètres.

Quantité de pluie tombée pendant le mois: 247 millimètres.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES FAITES A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MONTPELLIER. — NOVEMBRE 1865.

JOURS	HUIT HEURES DU MATIN.				MIDI.				QUATRE HEURES DU SOIR.				THERMOMÈTRE.	
du mois.	Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	Maximum.	Minimum.
1	755,2	10,9	presque couvert	N faible	754,6	14,0	beau, qq. nuages	N assez fort	753,8	12,9	beau, qq. nuages	N assez fort	14,6	8,0
2	55,4	13,0	beau	NNO assez fort	55,0	14,2	beau	NNO fort	54,2	12,4	beau, qq. nuages	NNO très-fort	14,5	6,5
3	51,7	9,9	beau, cirrus	NO assez fort	50,6	14,5	voilé	N faible	50,6	12,8	couvert	N assez fort	15,5	7,5
4	52,7	11,5	presque couvert	N fort	53,0	13,6	très-nuageux	N fort	53,9	11,9	très-nuageux	N fort	14,3	7,0
5	55,4	7,7	beau	NO faible	54,9	13,4	beau	N faible	54,5	10,1	nuageux	N assez fort	13,5	5,0
6	56,0	6,8	nuageux	NO faible	56,0	11,8	voilé	N faible	55,5	11,1	couvert	E faible	12,9	3,5
7	56,5	8,9	couvert	NE faible	55,5	9,0	pluie	NE assez fort	53,6	7,0	pluie	NE assez fort	10,4	7,0
8	46,1	9,4	pluie	NO assez fort	47,8	9,6	très-nuageux	OSO assez fort	49,1	8,6	beau, qq. nuages	OSO assez fort	10,0	7,9
9	53,9	3,8	nuageux	N très-faible	52,8	8,2	nuageux	NE faible	52,3	8,0	nuageux	ENE faible	8,9	2,3
10	52,0	8,2	beau	N faible	52,3	12,7	beau	NNE assez fort	53,6	11,9	beau	NNE fort	13,0	4,0
11	59,0	4,9	beau	N faible	60,0	12,4	beau	NE très-fort	60,7	11,8	beau	NNE assez fort	13,0	3,5
12	62,6	7,4	beau	NO faible	62,6	12,0	beau	N assez fort	61,8	10,1	beau	NE assez fort	12,5	5,0
13	63,6	6,4	beau	NE faible	63,9	11,9	nuageux	NE faible	63,2	13,1	nuageux	NE faible	13,5	4,8
14	67,5	8,8	très-nuageux	NE faible	67,9	13,7	très-nuageux	E assez fort	67,7	12,6	nuageux	SE faible	14,5	7,5
15	68,5	7,9	beau, qq, cirrus	NNE faible	68,6	12,6	beau, qq. nuages	NNE faible	67,9	12,4	beau, qq. nuages	NE faible	13,5	6,0
16	67,9	5,4	beau, vapeurs	NE faible	66,5	12,4	beau, vapeurs	ENE faible	65,6	11,3	vaporeux	S faible	13,0	3,0
17	64,9	6,7	brouillard	N très-faible	63,5	11,7	voilé	NNE faible	63,2	10,9	couvert	NNE très-faible	12,0	4,5
18	62,8	11,0	presque couvert	NO faible	62,8	15,4	beau, qq. nuages	NO assez fort	62,8	14,9	beau	NE faible	15,5	5,5
19	63,3	5,9	beau, cirrus	NO très-faible	62,0	12,5	beau, cirrus	NE très-faible	61,5	11,8	beau, cirrus	NE très-faible	12,7	4,0
20	59,0	9,8	couvert	NE faible	58,2	10,8	pluie	NE faible	57,5	11,7	pluie	NE faible	12,5	5,9
21	54,9	11,6	couvert	E faible	53,8	14,9	couvert	SE assez fort	52,6	13,9	couvert	SE faible	15,1	10,0
22	53,2	12,8	couvert	NE faible	53,7	15,6	presque couvert	NE faible	54,0	14,9	beau, qq. nuages	NE faible	16,4	10,9
23	56,3	13,2	couvert	E faible	55,8	15,9	couvert	SE faible	55,6	15,5	couvert	SE faible	16,5	12,0
24	56,0	15,8	couvert	SE faible	56,2	17,0	couvert	SE assez fort	55,7	16,1	couvert	S faible	18,0	14,9
25	54,5	15,9	très-nuageux	SE assez fort	53,3	17,5	très-nuageux	SSE très-fort	51,6	15,8	très-nuageux	SE très-fort	18,0	14,5
26	49,0	16,4	pluie	SE très-fort	49,0	17,4	couvert	S fort	49,7	16,6	très-nuageux	S faible	18,0	15,0
27	55,5	9,8	nuageux	N faible	54,7	14,2	nuageux	NE faible	54,5	13,8	beau, qq. nuages	NE faible	14,6	8,5
28	52,1	12,9	nuageux	SO assez fort	51,1	15,7	beau	SO fort	51,9	14,8	beau	ONO faible	15,7	9,5
29	56,8	8,4	très-nuageux	NO faible	56,8	13,6	presque couvert	NO très-faible	56,2	12,8	nuageux	NO très-faible	14,0	6,3
30	56,7	9,9	très-nuageux	NE assez fort	56,5	12,7	presque couvert	NE assez fort	55,9	12,3	couvert	NE faible	13,4	7,0
Moyenne du mois.	757,30	9,70			756,98	13,36			756,69	12,46			14,00	7,23

Altitude du baromètre : 58,7 mètres.

Quantité de pluie tombée pendant le mois : 112 millimètres.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES FAITES A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MONTPELLIER. — DÉCEMBRE 1865.

JOURS	HUIT HEURES DU MATIN.				MIDI.				QUATRE HEURES DU SOIR.				THERMOMÈTRE.	
du mois.	Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	Maximum.	Minimum.
1	756,7	10,8	couvert	NE faible	756,7	12,9	presque couvert	NNE faible	755,2	13,0	pluie	S très-faible	14,6	10,0
2	53,4	9,0	couvert	NE faible	51,8	10,4	couvert	NE faible	51,0	10,9	pluie	NNE faible	11,5	7,9
3	49,4	11,8	orage	O assez fort	50,3	11,0	pluie	E faible	49,9	9,7	pluie	ENE faible	12,0	10,5
4	47,7	12,0	pluie	S assez fort	47,2	10,9	pluie	S fort	47,7	6,7	nuageux	NE fort	12,4	9,0
5	53,9	4,7	beau, cirrus	NO faible	54,5	11,1	nuageux	NO très-faible	55,1	10,5	beau	NO très-faible	11,5	3,5
6	59,4	8,1	beau	NO faible	59,6	13,3	beau	NO très-faible	60,0	7,9	beau, vapeurs	NO très-faible	13,7	5,0
7	62,7	7,6	beau	N faible	63,5	11,8	beau	N faible	64,8	11,6	beau	NNE faible	12,1	5,5
8	68,4	6,7	nuageux	N très-faible	68,6	11,4	beau, qq. nuages	NNE faible	68,3	11,4	beau	NNE très-faible	12,0	6,0
9	68,5	3,4	nuageux	NE faible	68,7	8,2	beau	NE faible	68,4	8,7	nuageux	NE faible	9,0	2,5
10	70,8	6,9	presque couvert	NE faible	70,8	10,2	presque couvert	NE faible	70,3	9,0	très-nuageux	NE faible	11,3	5,2
11	66,7	2,9	beau	N faible	64,1	10,2	très-nuageux	N faible	62,7	7,2	très-nuageux	NE faible	10,3	1,8
12	62,6	4,4	très-nuageux	NE très-fort	62,4	7,5	presque couvert	NE très-fort	62,3	6,7	beau, qq. nuages	NE fort	7,8	2,5
13	63,7	3,0	presque couvert	NE fort	63,5	1,9	neige	NE assez fort	63,1	1,9	couvert	NE assez fort	3,4	1,0
14	63,5	1,2	beau	NE faible	63,5	4,3	beau	NNO faible	62,5	5,1	beau, qq. nuages	NNE faible	5,9	0,0
15	62,7	— 0,9	beau	N faible	61,7	9,7	beau	NNO assez fort	61,8	7,9	beau	NE fort	9,9	— 2,5
16	68,1	— 1,0	beau	N faible	68,1	4,8	beau	NE faible	67,1	4,9	beau, qq. nuages	NE faible	5,5	— 1,0
17	63,4	— 1,1	beau	NNO faible	64,8	7,4	nuageux	N faible	64,1	4,9	beau	NO faible	7,5	— 2,5
18	64,3	0,3	beau	N faible	63,7	6,5	beau	NNE faible	63,1	6,9	beau	N faible	7,0	— 1,0
19	64,0	1,0	beau	N très-faible	63,6	7,4	beau	NE très-faible	63,5	7,5	beau	NNE très-faible	7,6	0,5
20	66,5	0,4	brouillard	NO très-faible	66,2	4,7	beau	NE très-faible	65,5	4,3	beau, vapeurs	NE très-faible	5,4	— 1,3
21	66,6	— 0,3	beau	N faible	67,0	5,0	beau	NE faible	67,0	5,3	beau	NE faible	6,8	— 2,0
22	66,0	— 1,6	beau	N très-faible	65,4	5,7	beau, vapeurs	NNE très-faible	65,1	5,6	beau, vapeurs	NE très-faible	6,5	— 2,9
23	68,0	0,9	beau	N très-faible	67,6	8,9	beau	NE très-faible	67,2	8,8	beau, vapeurs	NE faible	9,2	0,1
24	67,1	1,0	beau	N très-faible	67,2	8,7	beau	N très-faible	66,5	9,2	beau	N très-faible	10,0	— 0,5
25	68,1	1,0	beau	N très-faible	67,3	7,8	beau, qq. vap.	N très-faible	65,6	7,9	beau	NE faible	8,5	— 0,1
26	69,0	2,0	beau	N très-faible	69,2	10,4	beau, qq. nuages	NNE très-faible	68,7	9,8	beau	NE très-faible	11,3	0,8
27	69,2	4,0	beau, vapeurs	NE faible	68,7	7,8	très-nuageux	E faible	67,8	9,0	presque couvert	E faible	9,4	1,4
28	66,9	6,8	nuageux	NE faible	66,3	8,6	couvert	NE faible	65,8	8,6	couvert	NE faible	9,0	6,0
29	63,4	5,9	presque couvert	NE faible	62,2	12,9	très-nuageux	S assez fort	60,4	11,7	très-nuageux	S assez fort	13,4	5,0
30	54,2	9,7	couvert	ONO faible	56,1	10,9	couvert	NO assez fort	58,7	10,0	couvert	NNO faible	11,8	9,0
31	65,0	3,5	beau, qq. nuages	N faible	64,8	7,4	couvert	NE assez fort	64,0	7,7	couvert	NE faible	8,2	2,0
Moyenne du mois.	763,29	4,00			763,07	8,70			762,68	8,07			9,47	2,63

Altitude du baromètre : 58,7 mètres.

Quantité de pluie tombée pendant le mois : 49 millimètres.

RÉSUMÉ DES OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES FAITES A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MONTPELLIER EN 1865.

1865.	HUIT HEURES DU MATIN		MIDI.		QUATRE HEURES DU SOIR.		TEMPÉRATURE			NOMBRE DES JOURS où le ciel a été généralement			JOURS de pluie.	PLUIE en millimètres.
	Baromètre à zéro.	Thermomètre extérieur.	Baromètre à zéro.	Thermomètre extérieur.	Baromètre à zéro.	Thermomètre extérieur.	Maxima.	Minima.	Moyenne.	Beau.	Nuageux.	Couvert.		
Janvier	752,72	5,58	752,53	9,26	752,08	8,89	10,55	3,97	7,26	6	18	7	13	27,70
Février	755,83	4,60	755,89	8,86	755,35	8,87	10,25	2,07	6,16	14	8	6	5	9,50
Mars	752,35	5,38	752,22	8,93	751,67	8,73	10,18	2,24	6,21	7	16	8	8	68,00
Avril	760,35	14,16	760,27	17,97	759,58	17,27	19,45	9,41	14,43	10	9	11	10	54,00
Mai	758,15	18,75	757,96	22,30	757,28	21,81	23,90	13,66	18,78	9	13	9	11	61,38
Juin	758,47	23,81	758,04	28,07	756,93	27,91	30,06	17,33	23,70	20	8	2	2	1,00
Juillet	757,88	24,97	757,73	28,46	757,15	28,04	30,18	18,94	24,56	14	14	3	5	29,00
Août	756,85	22,74	756,73	26,11	756,06	26,01	28,19	18,45	23,32	13	13	5	8	56,50
Septembre	762,26	21,95	761,93	27,02	761,11	26,18	28,43	16,90	22,66	21	9	0	1	4,00
Octobre	753,07	14,78	752,77	18,25	752,33	17,65	19,25	11,57	15,41	8	11	12	13	247,00
Novembre	757,30	9,70	756,98	13,36	756,69	12,46	14,00	7,23	10,62	8	9	13	7	112,00
Décembre	763,29	4,00	763,07	8,70	762,68	8,07	9,47	2,63	6,05	16	6	9	6	49,00
Moyenne de l'année.	757,38	14,20	757,18	18,11	756,58	17,66	19,49	10,37	14,93					
TOTAL.										146	134	85	89	719,08

TABLE DES MATIÈRES

Pages.

La végétation du Spitzberg comparée à celle des Alpes et des Pyrénées; par M. Ch. Martins 145

Description du *Mesosaurus tenuidens*, reptile fossile de l'Afrique australe; par M. Paul Gervais (Pl. VII) 169

Application de la Lumière électrique (tubes de Geisler) à l'éclairage sous l'eau; par M. Paul Gervais 175

De l'Ancienneté de l'homme; par M. Paul Gervais 177

Résumé des Observations météorologiques faites à la Faculté des Sciences de Montpellier pendant l'année 1864; par M. Édouard Roche 209

Note sur un phénomène d'Obscurcissement du Soleil dû à un brouillard sec; par M. Éd. Roche 217

Dosage du Nickel et du Cobalt; par M. G. Chancel 222

Recherches sur l'Eau de cristallisation des Sels; par M. Félix Jeanjean. 225

Sur un moyen de montrer, en employant les appareils à projection, le mode de propagation des Ondes sonores; par MM. Diacon et Wolf. 235

Études sur la composition des Vins et sur les procédés de Vinification; par M. G. Chancel 237

Recherches sur les dérivés de quelques Sulfocyanures de radicaux alcooliques; par M. Félix Jeanjean 261

Extrait des Procès-Verbaux des séances (1864) 1

— — — (1865) 27

Observations météorologiques faites à la Faculté des Sciences; (Tableaux de janvier à décembre 1864 et de janvier à décembre 1865).

(Décembre 1865.)

Fig. 3.

Fig. 2

Fig. 9

Fig. 6

Fig. 1.

Fig. 4

Fig. 7

Fig. 8

Fig. 5

Lith. Boehm & Fils Montp.

Fig.1

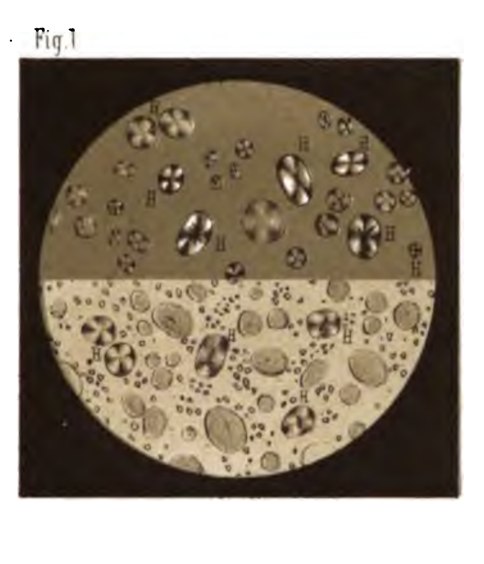


Fig.2



Fig.3.

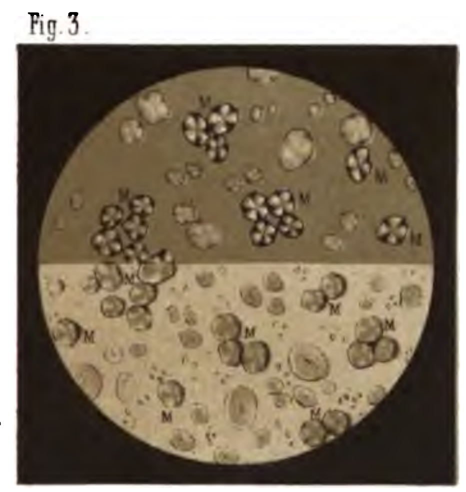


Fig.4.

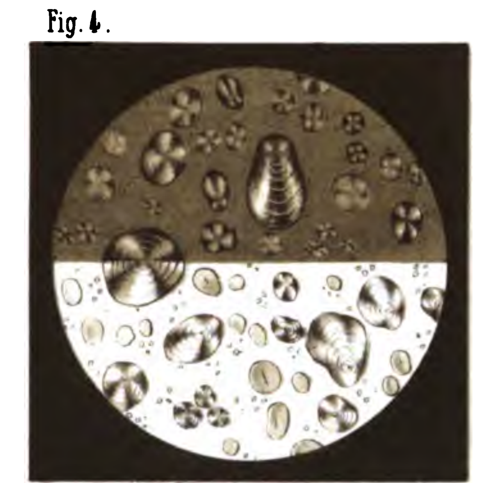


Fig. 1. Melange de farine de Ble et de farine de Haricot.

Fig. 2. L. Tissu réticulé des Légumineuses. B. Quatrième enveloppe du Blé.

Fig. 3. Mélange de farine de Blé et de farine de Mais.

Fig. 4. Mélange de farine de Blé et de fécule de Pomme de terre.

Lith Boehm & Fils Montpellier

Fig. 2.

f

b

b

c

Jussiæa repens L.

(Grandeur naturelle.)

St Ange Node del. et lith.

Lith. de Boehm & Fils. Montpellier.

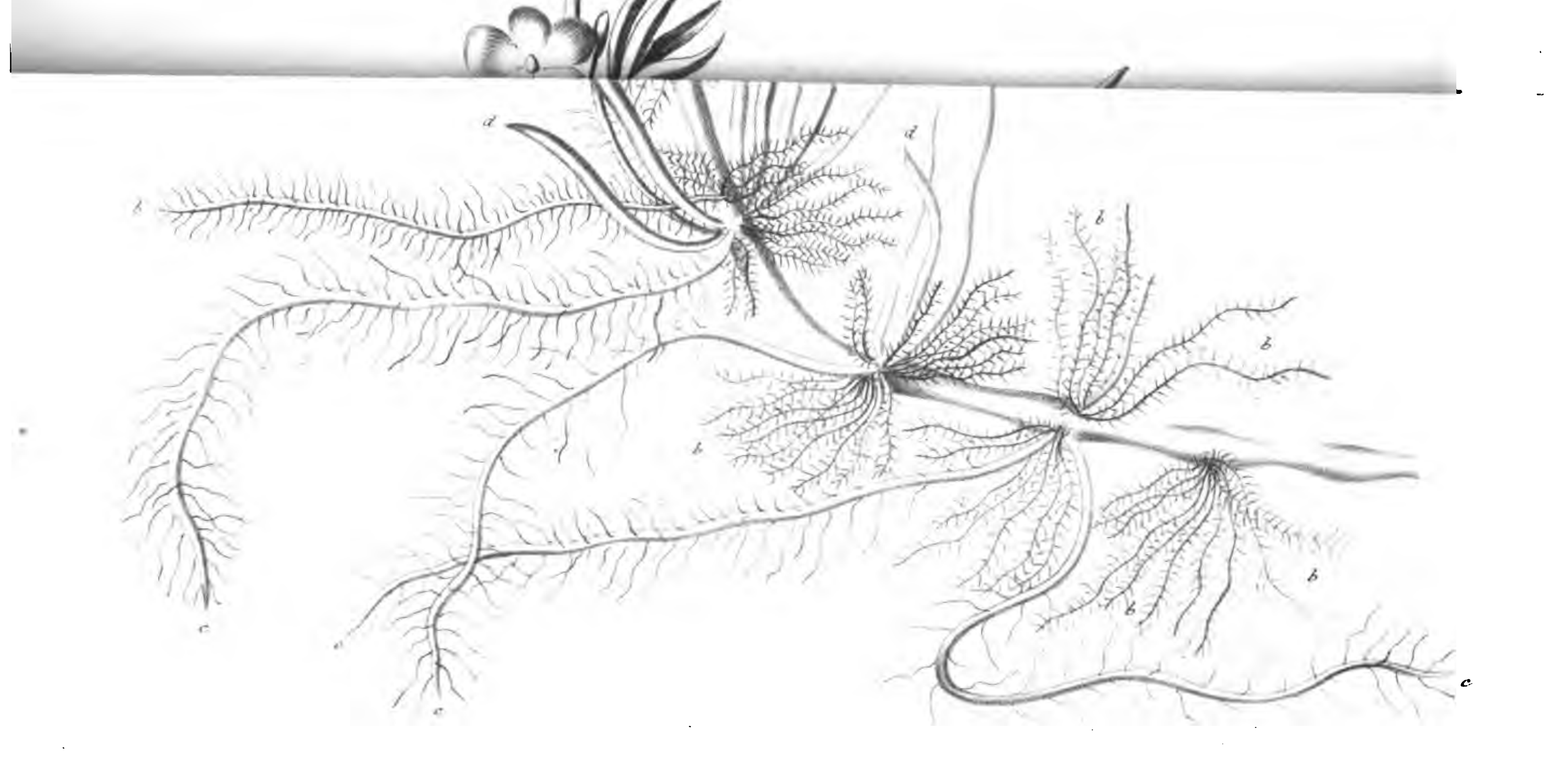


Jussiæa repens L.

(Grandeur naturelle.)

S.t Ange Node del. & lith.

Lith. Boehm & Fils, Montpellier.



Jussiaea grandiflora. Mich.

(Fig. 1. Demi nature. — Fig. 2. Grandeur naturelle.)

St Ange Node, del. & lith.

Lith Boehm & Fils, Montpellier.

13
8

This book should be returned to the Library on or before the last date stamped below.

A fine of five cents a day is incurred by retaining it beyond the specified time.

Please return promptly.

MAY 8 - '62 H

NOV 8 '62 H

DEC 1 1962

3 2044 089 215 461